

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**PARÂMETROS PRODUTIVOS DO USO DE PASTAGENS TEMPERADAS
IRRIGADAS NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE**

LUIZ ANTONIO VIEIRA QUEIROZ FILHO
Engenheiro Agrônomo/UFRGS

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia
Área de concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Fevereiro, 2011

CIP - Catalogação na Publicação

Queiroz Filho, Luiz Antonio Vieira
Parâmetros produtivos do uso de pastagens
temperadas irrigadas na terminação de bovinos de
corte / Luiz Antonio Vieira Queiroz Filho. -- 2012.
118 f.

Orientador: Júlio Otávio Jardim Barcellos.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa
de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS,
2012.

1. Irrigação. 2. Bovinos de corte. 3. Pastagens.
I. Barcellos, Júlio Otávio Jardim, orient. II. Título.

DEDICATÓRIA

*Ao meu avô, Luiz Gonzaga Queiroz, pelo gosto pelas coisas do campo, e à minha avó,
Terezinha Campani Bom, pela dedicação e carinho.*

AGRADECIMENTOS

Se somos o que somos, somos pelo reflexo das pessoas que nos cercam. Pelo ensinamento e pelo aprendizado. Pela desavença e pela reconciliação. Este espaço serve para lembrar das pessoas que exerceram sua influência na idiossincrasia que formou, e forma, este que vos escreve.

É um tanto quanto irônico agradecer a Deus pela criação em um estudo científico, mas o faço com a humildade que o momento merece.

Agradeço aos meus pais, Luiz Antonio e Maria Tereza, pelos ensinamentos de valores morais e de vida, muitas vezes mal aprendidos, de integridade, generosidade e empatia.

Aos meus irmãos Luiz Eduardo, Daniel e Arthur pelo convívio, não poucas vezes conflituoso, e pelos ensinamentos da humildade e do perdão. Aos meus irmãos menores, Valentina e João Manoel, por permitir o exercício do ensinamento e da paciência.

À minha família pelo acolhimento e apoio, em especial a minha avó Maria Vieira Queiroz, pelo exemplo, e ao meu tio, Luiz Afonso, pela referência e amizade.

À Renata, minha guria, pelo amor e companheirismo.

Aos meus amigos, Bonifa, Cavallo, Gabrão, Gick, Cabo Déco e Pitiço, pela amizade de longa data, que mesmo distante é tão próxima quanto pode ser uma amizade verdadeira.

Ao meu tutor, Júlio Barcellos, pelos ensinamentos, desafios e confiança durante estes anos de convivência.

Aos professores e funcionários do Departamento de Zootecnia da Universidade, pelo saber a mim transmitido e pela disposição em me ajudar.

Aos colegas do NESPRO, pelo convívio e pela união, em especial aos colegas Leonardo Canellas, Sílvio Menegassi e Jean Soares, companheiros de muitas empreitadas por este Rio Grande largo.

A Associação Rural de Uruguaiana, na pessoa do seu Presidente, Júlio Alberto Silveira Filho, pelo apoio financeiro e confiança.

Finalmente, a CAPES pela concessão da bolsa de estudos, que possibilitou meu sustento durante o período de estudo.

PARÂMETROS PRODUTIVOS DO USO DE PASTAGENS IRRIGADAS NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE¹

Autor: Luiz Antonio Vieira Queiroz Filho

Orientador: Júlio Otávio Jardim Barcellos

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi quantificar os parâmetros produtivos em sistemas intensificados de bovinos de corte com irrigação. A intensificação é uma necessidade na pecuária de corte, especialmente devido ao aumento do custo de oportunidade da terra. Na região de Uruguaiana, Sul do Brasil, existe amplas potencialidades para a irrigação, pois dispõem de grande quantidade de corpos de água naturais ou construídos, no entanto, poucas informações científicas estão disponíveis sobre o tema. Para isto, de outubro de 2010 a setembro de 2011, avaliou-se três sistemas de produção de bovinos de corte em terminação (S1, S2 e S3) com base na irrigação de pastagens de espécies de clima temperado com rota metabólica C3. Foi quantificado o crescimento do pasto (CP; kgMS/ha/dia), acúmulo de forragem (AF; kgMS/ha), carga animal (CA; kgPV/ha/ano), desempenho (GMD; kg/cab/dia) e produção animal por área (PTa; kgPV/ha/ano). O sistema S3 apresentou maior CP (44,7 kg) do que S1(32,2 kg) e S2 (26,9 kg), sendo que em todos os sistemas o menor CP foi observado na estação de inverno. O AF foi 10.874, 8.905 e 15.658 kg, para S1, S2 e S3, respectivamente. No verão e primavera foram determinados maiores AF em todos os sistemas. No entanto, no S2 teve maior CA (1.007 kg) e GMD (0,830 kg/d) do que nos outros dois sistemas (S1=494; 0,780; S3= 820; 0,740, respectivamente). Na primavera a CA e GMD foram superiores às outras estações do ano. Os maiores valores para CA e GMD do S2 determinaram PTa superior (772 Kg PV) a S1 (369 kg PV) e S3 (519 kg PV). A estacionalidade da produção forrageira diminuiu com o uso da irrigação e contribuiu para a produção animal mais estável no ano. Os valores encontrados para os parâmetros avaliados neste trabalho demonstram o potencial para a intensificação da produção de bovinos de corte pela irrigação de pastagens temperadas. Contudo, foram identificadas oportunidades de melhorias no uso dos recursos e na gestão dos processos nos três sistemas avaliados.

PRODUCTIVE PARAMETERS IN IRRIGATED PASTURES USE IN THE FINISHING BEEF CATTLE¹

Author: Luiz Antonio Vieira Queiroz Filho

Adviser: Júlio Otávio Jardim Barcellos

ABSTRACT

The productive parameters of the three production pasture system irrigated based (S1, S2 and S3) in the finishing beef cattle were evaluated at South Brazil. The experimental period was from October, 2010 until September, 2011. The pasture growth (PG; KgDM/ha/d), forage accumulate (FA; KgDM/ha), stocking rate (SR; kgLW/ha/y), animal performance (ADG; kg/an/d) and animal production total (APt; kgLW/ha/y) were determined. The S3 showed higher PG (44.7kg) than the S1 (32.2kg) and S2 (26.9kg) systems. In addition, the lowest PG was observed in the winter season by all systems. The FA was 10,874kg, 8,905kg and 15,658 kg, to S1, S2 e S3, respectively. In the spring and summer seasons were showed more FA than the other two systems. However, in the S2 were observed higher PG (1,007 kg) and ADG (0.830 kg/d) than the first and second systems. The highest value to SR and ADG observed in the S2 result in the higher APt (772 kg LW) than the S1 (369 kg LW) and S3 (519 kg LW). The production forage seasonality decrease with the irrigation and resulted in the more stable animal production during the year. The productive parameters founded in this research showed the potential for intensification to the beef cattle system from the pasture by irrigation. However, there are the opportunities to improve the resource used and the management process in the systems evaluated.

¹Máster of Science dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (112 p.) February, 2012.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	1
1.INTRODUÇÃO GERAL.....	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1.Intensificação da Produção de Bovinos de Corte.....	5
2.2.Sistemas de Produção Intensificados.....	7
2.3.Produção Irrigada.....	11
2.3.1.Sistemas de Irrigação.....	13
2.4.Resultados em Sistemas Pecuários com o Uso de Irrigação	14
2.4.1.Produção de Forragem	14
2.4.2.Desempenho Animal.....	19
2.4.3.Manejo dos Sistemas de Produção Irrigado	20
3.HIPÓTESE DO TRABALHO	25
4.OBJETIVOS.....	26
4.1.Objetivos gerais.....	26
4.2.Objetivos específicos.....	26
CAPÍTULO II.....	27
INTRODUÇÃO.....	29
MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÃO.....	55
AGRADECIMENTOS.....	55
REFERÊNCIAS.....	55
CAPÍTULO III.....	64

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
7.VITA.....	77
8. APÊNDICE I.....	78
9. APÊNDICE II.....	94

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO I	
1. Imagem com obras hidráulicas com potencial para irrigação no município de Uruguaiana.....	4
CAPÍTULO II	29
1. Balanço hídrico para o município de Uruguaiana a partir das normais climatológicas de 1961-1990	34
2. Análise de Regressão entre a Entrada de água (chuva e rega) nos sistemas e o crescimento de forragem.....	43
3. Temperaturas máximas e mínimas no período experimental.....	44
4. Medidas de Radiação e Soma térmica para o ano experimental.....	46
5. Participação do Acúmulo de Forragem médio dos Sistemas de Produção, nas diferentes estações do ano de avaliação.....	49
6. Participação do Acúmulo de Forragem de Outono-Inverno em relação à Primavera-Verão nos Sistemas de Produção, no ano de avaliação.....	51
7. Produção anual de peso vivo por área (PTa) nos diferentes Sistemas de Produção.....	53
8. Correlação entre Carga animal e a produção de peso vivo mensal média (PTm) ganho por hectare.....	54

RELAÇÃO DE TABELAS

Página

CAPÍTULO I

CAPÍTULO II.....	29
1. Análise de solo dos sistemas de produção.....	38
2. Saldo de entrada de água (P-ETP), saldo de entrada de água com regas (Pr-ETP), número de dias de chuva (NDC) e média das precipitações (MP) para o período experimental 2010-11 e saldo de entrada de água (P-ETP), número de dias de chuva (NDC) e média das precipitações (MP) para a norma I climatológica 1961-90.....	42
3. Percentual de Proteína Bruta (PB) e Fibra em Detergente Neutro (FDN) na matéria seca do pasto.....	45
4. Crescimento do pasto (kg MS/ha/dia) e acúmulo de forragem total (kg MS/ha) conforme o sistema de produção e a estação do ano.....	47
5. Carga animal (kg PV/ha) e Ganho médio diário (kg PV/animal/dia) conforme o sistema de produção e a estação do ano.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional das Águas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IRGA	Instituto Riograndense do Arroz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
Kg	Quilogramas
ha	Hectare
PV	Peso Vivo (kg)
MS	Matéria seca (%)
CP	Crescimento do pasto (kg MS/ha/dia)
AF	Acúmulo de forragem (kg MS/ha)
GD	Graus dia (°C)
GMD	Ganho médio diário (kg PV/animal/dia)
CA	Carga animal (kg PV/ha)
UA	Unidade animal (450 kg PV)
FO	Fronteira Oeste
NDT	Nutrientes digestíveis totais
PB	Proteína bruta
FDN	Fibra em detergente neutro

CAPÍTULO I

1.INTRODUÇÃO GERAL

A valorização do fator de produção terra tem imposto aos produtores de bovinos de corte uma concorrência com outras atividades rurais, que de forma geral demandam maior rentabilidade à produção da pecuária no Sul do país. Dentre as atividades que concorrem pela terra com a pecuária de corte, destaca-se os cultivos de soja, milho, arroz irrigado e o florestamento.

Esta concorrência acaba por pressionar a bovinocultura para aumentar a eficiência produtiva, elevando a sua produção com os mesmos recursos, por meio da melhoria e controle dos processos produtivos ou do uso intensivo de insumos. Assim, a sustentabilidade dos produtores exige a intensificação da produção a partir dos atuais recursos disponíveis.

A região subtropical do sul do Brasil apresenta produção de forragem irregular durante o ano. Isso se deve em parte pela baixa frequência de chuvas que ocorre na região e por outro lado a baixa capacidade de armazenamento de água dos solos existentes, devido a restrições físicas decorrentes da sua reduzida profundidade, e as baixas temperaturas durante o inverno. Desta forma a pecuária de corte na região apresenta médios e, em muitas situações, baixos índices de produtividade, pois esta atividade, na maioria das fazendas, tem como base alimentar as pastagens naturais ou pastagens cultivadas com espécies temperadas de estação fria.

Dentro destas características regionais, a irrigação é uma tecnologia capaz de minimizar estas restrições pela regularidade de aplicação de água, estabilizando a produção forrageira durante o ano e permitindo o aumento da produtividade do sistema.

A Fronteira Oeste do Estado do RS tem como base econômica o plantio de arroz irrigado e a produção de bovinos de corte. A região é responsável por aproximadamente 22% do arroz produzido no Brasil (IRGA, 2011) e uma lotação de 1,26 UA/ha, sendo comparável com a região do Centro Oeste brasileiro, a qual concentra cerca de 50% do rebanho bovino nacional (IBGE, 2011).

A atividade orizícola resultou em muitas obras hidráulicas para o armazenamento de água e no acúmulo de conhecimento para o seu uso transformando a região (Figura 1) num pólo com potencial para a irrigação. Assim, com a água armazenada, as limitações climáticas inerentes a este fator são minimizadas, podendo refletir-se na produção de carne bovina.

No setor de pecuária de corte, possivelmente a terminação seja a atividade mais apropriada para os processos de intensificação. Assim, a irrigação dos pastos pode ser um dos sistemas de aumento da produtividade do sistema de produção. No entanto, são desconhecidas as principais respostas biológicas desta tecnologia aplicada à atividade pecuária. Assim, o presente estudo visa quantificar os parâmetros produtivos para animais terminados em sistema de produção com irrigação com Pivô Central. Para tanto, foram avaliados a produção forrageira e o desempenho animal de três sistemas de produção (S1, S2 e S3).

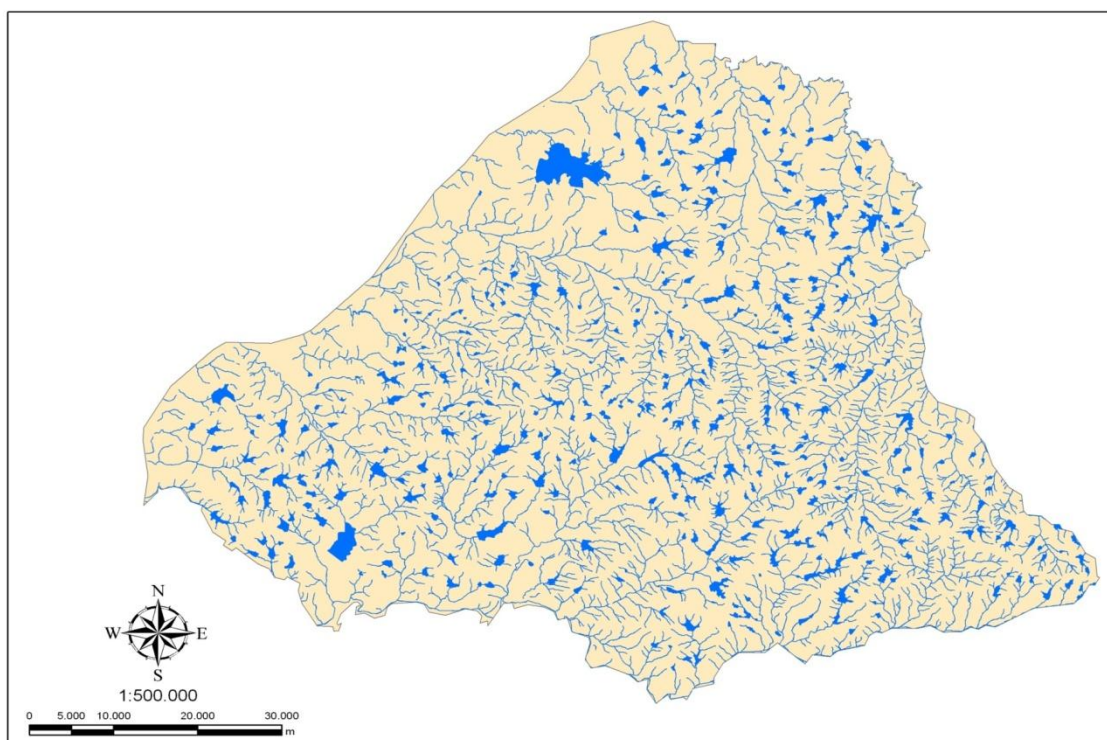


FIGURA 1. Imagem com obras hidráulicas com potencial para irrigação no município de Uruguaiana.

O Capítulo I traz a revisão bibliográfica, que trata da intensificação da produção na pecuária de corte, a importância da irrigação e os resultados de pesquisa na produção forrageira e o desempenho animal em sistemas de produção pecuários com irrigação. A seguir, são apresentadas as hipóteses e os objetivos do trabalho.

No Capítulo II, serão apresentados na forma de artigo, os resultados e discussões acerca dos dados levantados.

Finalmente, no Capítulo III serão feitas as considerações finais acerca do trabalho realizado e do estudo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Intensificação da Produção de Bovinos de Corte

A necessidade da bovinocultura de corte intensificar a produção é cada vez maior. Por outro lado, a valorização da terra determina que a pecuária de corte ocupe áreas marginais. Portanto, frente ao menor potencial produtivo, há a necessidade da utilização eficiente dos recursos disponíveis, determinada pela incapacidade da pecuária extensiva em competir com as atividades agrícolas (Barcellos et al., 2004; Maya, 2003; Corrêa et al., 2001). Neste sentido, a atividade pecuária depende do aumento da competitividade frente a outras oportunidades de negócio (Esteves et al., 1998).

Em geral, os sistemas competitivos são aqueles que, basicamente, melhoram a produção devido ao aumento da capacidade de suporte animal (Nichols, 1976; Euclides, 2001), sendo definida por Mott (1960) como a taxa de lotação (número de animais por unidade de área) na pressão de pastejo (quilos de peso vivo por quilos de forragem disponível) ótima.

Para Euclides Filho (1997), o aumento da capacidade de suporte das pastagens e da eficiência reprodutiva, a redução das idades de abate e ao

primeiro parto e a melhor adequação do genótipo ao ambiente, são fundamentais para que a bovinocultura de corte possa intensificar sua produção. Neste sentido, Paulino et al. (2006), referem que o caminho a ser percorrido, para o aumento da competitividade, está em buscar a otimização da produtividade, pelo ajuste da capacidade de suporte das pastagens e pela compatibilização do desempenho individual, priorizando genótipos vegetais e animais adaptados. Os autores relatam que a intensificação do sistema de produção implica em maior aporte de recursos físicos, financeiros e tecnológicos, bem como demanda ajustes mais precisos e freqüentes nas taxas de lotação ou no fornecimento de suplementos para os animais com intuito de processar ajustes sazonais.

Segundo Silva e Nascimento Júnior (2006), intensificar significa obter o maior rendimento possível por unidade de recurso. Onde existem limitações de fertilidade do solo ou uso de fertilizantes, existe uma produtividade potencial que, para aquela condição de meio e restrições existentes, corresponde ao maior nível possível de intensificação produtivo disponível.

A capacidade de suporte das pastagens depende da produção de massa de forragem e está influenciada pela fertilidade do solo, manejo e condições climáticas. Por outro lado, o valor nutritivo afeta o ganho de peso e a produção de leite, os quais dependem principalmente da idade da planta forrageira (Drumond, 2008).

Uma das estratégias para intensificar a produção pecuária, associada fundamentalmente a produção de forragem, é a irrigação. O Brasil

de forma geral dispõe de grande quantidade de água para este fim e potencial de 30 milhões de hectares de áreas para irrigação, utilizando apenas 10% (ANA, 2009).

A Fronteira Oeste (FO) do Rio Grande do Sul está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai. Esta compreende uma área de drenagem de 178 mil km² (Silva et al., 2010), e sua vazão representa em torno de 8% da vazão total da regiões hidrográficas do Brasil. A vazão utilizada para a irrigação representa 82% da vazão total da Bacia do Uruguai, onde são irrigadas 499 mil ha, demonstrando o alto grau de utilização desta tecnologia na região (ANA,2009).

Esta região tem na sua infra-estrutura um conjunto de obras hidráulicas, tais como açudes e barragens, além de canais e sistemas de condução de água, os quais podem constituir-se em potenciais para irrigação dos sistemas pecuários.

Shewmaker (2009) afirma que a irrigação de pastagem pode ser utilizada em áreas inclinadas, pedregosas e com solo raso, uma vez que estas áreas são menos aptas para a produção de grão.

Neste sentido a irrigação pode ser utilizada em áreas marginais, onde a produção de grãos se torna inviável, ou mesmo competir por áreas agrícolas tradicionais, pelo aumento da intensificação da produção e da rentabilidade.

2.2 Sistemas de Produção Intensificados

No âmbito da produção animal, sistema de produção pode ser

considerado como o conjunto de tecnologias e práticas de manejo, bem como o tipo de animal, o propósito da criação, a raça ou grupamento genético e a região onde a atividade é desenvolvida (Euclides Filho, 2000).

Sistemas extensivos são aqueles em que os animais são manejados, exclusivamente, em pastagens nativas ou cultivadas, de baixa produtividade e utilização de insumos (Euclides Filho & Euclides, 2010). As pastagens, portanto, constituem a única fonte de proteína e energia, o que torna esse tipo de sistema muito suscetível as oscilações do clima. Faria (1993) descreve os sistemas de produção tradicionais como aqueles baseados em pastos de inferior qualidade, em solos de baixa fertilidade, sendo esta condição indutora da subnutrição dos animais.

Já os sistemas intensivos são caracterizados pelo uso de pastagens de alta produtividade, suplementação alimentar a pasto e o confinamento na terminação (Euclides Filho & Euclides, 2010; Cezar et al., 2005). Corsi (1993) considera que a utilização intensiva das pastagens para a produção animal se estabelece a partir da qualidade da planta e da quantidade de forragem produzida por área e resulta da interação e otimização destes fatores. A suplementação alimentar a pasto e o confinamento são duas alternativas tecnológicas importantes no processo de intensificação dos sistemas para a produção de carne bovina (Cezar et al., 2005).

Como sistema intermediário tem-se o semi-intensivo e assim como o extensivo, é fundamentado em pastagens, principalmente, as cultivadas, acrescido de suplementos protéicos e/ou energéticos (Reis et al., 1997; Corrêa, 2000).

A melhoria do nível nutricional dos animais também deve ser acompanhada do incremento do potencial genético do animal (Euclides et al., 2001). Além disso, a adubação e o manejo correto das pastagens podem proporcionar sensíveis melhorias nos índices de produtividade.

Os sistemas de produção podem ter diferentes níveis de intensificação, dependendo da utilização de tecnologias de processos e de insumos (Barcellos, 2010). Existe, portanto, uma escala de intensificação na medida em que se utiliza mais conhecimento e insumos. O nível de intensificação que os pecuaristas devem adotar depende da região, do objetivo e das metas do empreendimento, do mercado e da qualidade da mão-de-obra.

A diminuição da idade ao primeiro acasalamento das fêmeas dos 36 meses para 24, 18 e 14 meses e a redução da idade de abate de machos dos 48-50 meses para 18-24, demonstra o aumento da intensificação que vem ocorrendo nos sistemas de produção que buscam eficiência produtiva e competitividade.

A idade das fêmeas à primeira concepção afeta grandemente os sistemas de produção, uma vez que a antecipação do nascimento do primeiro bezerro gera uma mudança na estrutura do rebanho, e, portanto nas receitas e custos destes sistemas. Novilhas que concebem mais cedo necessitam de uma dieta diferenciada para que estas possam estar aptas a conceber na época certa, por outro lado, esta fêmea gerará um produto mais cedo antecipando também receitas.

Existe, portanto a necessidade de se estabelecer o grau de intensificação que melhor gera benefício em relação aos custos (Beretta, 1998;

Semmelmann, 2001; Rocha, 2002; Montanholi, 2004; Barcellos, 2006; Canellas, 2010). Neste sentido, Pötter et al. (2000) analisou modelos de sistemas de produção com novilhas de corte primíparas aos 2, 3 e 4 anos de idade e observou que os sistemas que fazem uso de tecnologia de forma mais intensiva apresentaram melhores resultados. Com a redução da idade de abate os sistemas de produção aceleram o seu ciclo produtivo, diminuindo os custos de produção por quilograma produzido, pela diminuição de animais improdutivos do sistema, apesar da receita por animal ser menor (Beretta, 2002; Restle, 2002; Pötter, 2003).

A redução da idade de abate pode ser obtida pelo uso de confinamento, possibilitando que os animais depositem a quantidade necessária de gordura de cobertura na carcaça estabelecida pelos frigoríficos. Ganhos médios diários acima de 1,0 kg PV/animal/dia são atingidos quando estes animais recebem alimentos concentrados. O confinamento possibilita aos produtores ajuste de cargas quando ocorre o período de escassez de alimento (Cardoso, 2000).

Uma vez que a irrigação pode diminuir a suscetibilidade da produção forrageira durante o ano, esta tecnologia pode disponibilizar maior quantidade de alimento para os animais, intensificando a produção. Trabalho recente, realizado na FO do Rio Grande do Sul, sem irrigação, com base alimentar de forrageiras de clima temperado em sobressemeadura de pastagem natural, com adubação fosfatada e nitrogenada, permitiu cargas animais em torno de 765 kg PV/ha (Ferreira, 2011). Por outro lado, com o emprego da irrigação de plantas tropicais no Mato Grosso do Sul, foi possível utilizar mais de 4500 kg

PV/ha de carga animal (Drumond, 2001).

2.3 Produção Irrigada

A necessidade de intensificação da produção torna imperativa a busca por tecnologias que aumentem a produtividade dos sistemas. A irrigação de pastagens é uma técnica que pode ser utilizada para este fim, uma vez que esta tecnologia é capaz de suprir as necessidades de água das plantas em períodos de estiagens.

Para Corsi et al. (1998), a falta de água impõe limitações sobre a taxa de expansão de folhas, o número de folhas por perfilho e o número de perfilhos, diminuindo o potencial produtivo das plantas. Água, temperatura e nutrientes freqüentemente limitam o desenvolvimento da área de folhas necessária para a máxima captação de radiação fotossinteticamente ativa incidente. Isto acaba afetando a produção de forragem e conseqüentemente a produção animal. A expansão da irrigação foi fator chave para que a produção de grãos triplicasse desde 1950 e os seus benefícios resultaram em alimentos com menor preço, mais empregos e o desenvolvimento mais acelerado da agricultura (Stockle, 2001). O autor comenta que o aumento do uso eficiente da água e a gestão ambiental são objetivos complementares.

Os primeiros trabalhos com irrigação de pastagens surgiram na Alemanha e Nova Zelândia, na década de 40 (Azevedo e Saad, 2009). No Brasil, as primeiras pesquisas foram realizadas nos Estados de São Paulo e Minas Gerais na década de 70 (Azevedo e Saad, 2009). No entanto grande parte das informações sobre o efeito da irrigação na produção animal é

proveniente de relatórios e boletins técnicos. Assim, existem poucos trabalhos científicos com avaliação do efeito da irrigação sobre a produtividade animal (Maya, 2003).

Rassini (2002) reporta que os primeiros trabalhos com irrigação no Brasil, ocorreram na região tropical nas décadas de 1960 e 1970, sendo que estes trabalhos não apresentaram resultados animadores, já que se utilizava uma abordagem em que as produções de outono-inverno eram relativas à produção total do ano. Na década de 80 a produção de outono-inverno passou a ser comparada à produção de primavera-verão.

Cardozo (2001), Azevedo & Saad (2009) relatam que o uso de irrigação de pastagens com uso de pivô central recebeu impulso em meados dos anos 90, e que a origem destes sistemas de produção foram em áreas de produção de grãos, com baixas produtividades, alto custo na aplicação de defensivos, devido à presença de patógenos pelos monocultivos.

Gallagher et al.(2005), concluíram que a irrigação de pastagens é mais lucrativa do que a maioria das opções de alimentação para o gado de corte do semiárido australiano. Para os autores, o principal resultado econômico é resultante do aumento da taxa de lotação. Ribeiro et al.(2008), trabalhando com forrageiras tropicais, concluíram que a irrigação teve maior efeito na taxa de lotação do que sobre o desempenho animal. Indicam ainda que desempenhos animais insatisfatórios podem gerar comprometimento na viabilidade econômica da atividade devido ao maior tempo que os animais permanecem na pastagem. Esse efeito pode ser diminuído pelo uso de suplementos energéticos e protéicos.

Portanto, a irrigação surge como alternativa, para os aumentos da produção de forragem com o conseqüente aumento da capacidade de suporte. O resultado poderá ser a intensificação do sistema de produção ou a diminuição dos efeitos estacionais sobre a produção de pasto e produto animal.

2.3.1 Sistemas de Irrigação

Para Lima et. al (1999) a irrigação é um conjunto de técnicas para o deslocamento de água no espaço e no tempo, com o intuito de corrigir a distribuição natural das chuvas.

Existem várias formas de aporte de água adicional nos sistemas de produção para os cultivos de grãos ou para a produção de forragem destinada aos animais. Estas diferentes formas de irrigação cumprem diferentes objetivos e se diferenciam pelos custos de implantação e pela eficiência de utilização da água e da energia.

Vieira (1989) em publicação sobre técnicas de irrigação apresenta os métodos disponíveis para utilização. O autor divide os métodos de irrigação em quatro sistemas. O de superfície aplica água livre no solo ocorrendo o escoamento e infiltração. A irrigação por inundação é muito utilizada nos cultivos de produção de arroz. Os sistemas de irrigação subterrânea são aqueles que se utilizam da capilaridade como forma de irrigar as plantas, pela elevação do lençol freático; Sistemas de irrigação localizada, onde a aplicação de água se dá em alguns pontos do terreno, formando um bulbo úmido onde ocorre o desenvolvimento das raízes das plantas.

O sistema de irrigação por aspersão baseia-se na aplicação da água

sobre pressão à cultura, com a utilização de aspersores, em geral por Pivot Central. Este último tem sido o mais utilizado para a irrigação de pastagens e é o método que vem sendo empregado na pecuária de corte do Rio Grande do Sul. Esses sistemas são os mais utilizados na produção de bovinos de corte. Silva et al. (2010), relatam que existia no Brasil em 2003/2004 cerca de 710.000 ha irrigados com pivô central e no Rio Grande do Sul cerca de 35.000, embora os autores não tenham caracterizado o emprego na pecuária de corte.

2.4 Resultados em Sistemas Pecuários com o Uso de Irrigação

A partir do final da década de 1950, alguns pesquisadores americanos (J.L. Hull, J.H. Meyer, R. Kroman, C.A. Raguse) desenvolveram muitos trabalhos com irrigação de pastagens, avaliando os mais diferentes parâmetros produtivos, tanto na produção animal como na produção de forragem.

Este item busca abordar os resultados de pesquisa que experimentos avaliaram os efeitos da irrigação sobre a produção de forragem e o desempenho animal na tentativa de melhor compreender o uso do recurso água em sistemas de produção pecuários e o impacto que ela traz na produção.

2.4.1 Produção de Forragem

Trabalhos realizados com irrigação no Brasil foram conduzidos por Ladeira et al.(1966) e Ghelfi Filho (1972; 1976), que verificaram aumento no acúmulo de matéria seca em pastagens tropicais adubadas e irrigadas no

período seco sem que houvesse mudança significativa na produção estacional. Resultados semelhantes também foram observados por outros autores (Carvalho et al., 1975; Ghelfi Filho, 1978; Marcelino et al., 2001). Alvim et al. (1986; 1993) trabalharam com espécies de clima temperado e também não observaram alterações substanciais na participação da produção no período de inverno sobre a produção total do sistema. Alvim et al. (1986) relatam que a produção média de 11 espécies no outono-inverno foi de 30% da produção anual, mas comparada à produção de primavera-verão essa participação foi de 44%. Desta forma, ocorreu uma mudança na metodologia da medição da estacionalidade (Rassini, 2004). Quando se observa a participação de outono-inverno em relação à produção de forragem anual nota-se que esta relação é menor que a relação da produção de outono-inverno com a produção de primavera-verão. Portanto, a partir desta abordagem, para relacionar a produção, a interpretação dos resultados sobre a estacionalidade mudou, e a produção irrigada passou a ser observada de outra forma. Assim, o autor sugere que a comparação seja feita pela relação da produção de forragem no período irrigado com a estação de maior produção anual.

Corsi & Martha Jr. (1998) e Aguiar (2002) descrevem que a taxa de lotação de pastagens irrigadas, no período de outono-inverno, pode ser de 40 a 60% daquela mantida na primavera-verão sem irrigação. Esses índices são considerados positivos, se comparados àqueles obtidos em pastagens não-irrigadas (10 a 20% da taxa de lotação obtida no período das chuvas em pastagens manejadas intensivamente). Segundo Rassini (2002) o acúmulo de forragem na entressafra corresponde a 53 e 68% do acúmulo da safra,

respectivamente para os capins Tanzânia e Elefante irrigados na região sudeste do Brasil.

Azevedo e Saad, (2009) referem que a estacionalidade de forrageiras está diretamente relacionada, dentre outros fatores, ao manejo da adubação, temperatura, luz e quantidade de água fornecida à cultura. Neste contexto, a irrigação de pastagens surge como uma tentativa para minimizar as perdas de produtividade pela estacionalidade, eliminando o efeito do estresse hídrico sofrido pela cultura durante a época das secas ou de estiagens pontuais. Isto permite a manutenção da taxa de lotação outono-inverno o mais próximo possível da alcançada na primavera-verão.

O estresse hídrico ocorre quando a demanda evapotranspirativa da atmosfera supera a quantidade de água armazenada no solo ou da água que entra no sistema (Taiz e Zeiger, 2009). O período de seca se caracteriza pelo período do ano onde as chuvas ocorrem em pequenas quantidades ocorrendo déficit hídrico para as plantas. Normalmente, são épocas bem definidas no ano, e ocorrem nos trópicos, tendo o outono-inverno como período de seca e a primavera-verão o período de chuvas. Nas regiões subtropicais, geralmente a estiagem ocorre nos meses de verão.

Apesar de não acabar com a sazonalidade, como referem os autores descritos anteriormente, a irrigação melhora a distribuição da produção forrageira durante o ano, permitindo maior estabilização da produção de bovinos de corte, possibilitando, uma melhor gestão dos recursos financeiros e produtivos.

Crespi et al (2001), em experimento testando pastagens

consorciadas de Festuca (*Festuca arundinacea*) e Alfafa (*Medicago sativa*) e Bromus sp. e Alfafa, com ou sem irrigação, comparando cortes mecânicos e pastejo, avaliaram a eficiência do uso de água das pastagens. A eficiência foi calculada a partir da produção de forragem dividida pela utilização de água, no caso da pastagem irrigada oriunda das chuvas mais as regas e da pastagem sem irrigação, somente pela precipitação pluvial. Ficou evidenciado que a pastagem com irrigação teve uma eficiência do uso de água 23% maior do que aquela sem irrigação.

Fumagalli (2008), determinou que o sistema de irrigação é fundamental para a eficiência do uso de água. O autor cita a experiência realizada no México, demonstrando que a produção de matéria seca por milímetro de água aplicado foi maior na irrigação por gotejamento do que por inundação (20-25 kg MS/mm vs 10,7 kg MS/mm, respectivamente).

Em relação à qualidade de forragem alguns resultados indicam que os parâmetros dependentes deste fator, estão muitas vezes relacionados com a intensidade de desfolha e ao tipo de pastoreio utilizado.

Lopes (2005) relata que ao se utilizar maiores doses de adubo e irrigação, é necessário modificar a frequência de pastejo, pois a taxa de crescimento das plantas é maior. Isto determina uma maior dinâmica na utilização do pasto, devendo-se diminuir o tempo de descanso dos piquetes utilizados e aumentar a lotação no sistema para maximizar a qualidade do pasto.

Monteiro et al. (2006), trabalhando com pastagem natural, na Califórnia-EUA, durante os meses de verão, constatou que a pastagem

irrigada apresentou maiores valores de PB (22,7% vs. 5,0%), de NDT (66,7% vs. 55,0%), e menores valores de FDN (48,8% vs. 60,0%), em comparação com a pastagem não irrigada.

Lippke et al. (2006) observaram a resposta de Azevém anual (*Lolium multiflorum*) à aplicação de nitrogênio e fósforo com irrigação no estado do Texas. As respostas no incremento do crescimento do azevém foram pequenas quando as doses de nitrogênio e fósforo foram acima de 269 kg/ha e 39 kg/ha, respectivamente. A produção máxima de matéria seca (9,23 t/ha) foi obtida na aplicação de 488 kg/ha de N e 61 kg/ha de P. Os autores constataram que a faixa de aplicação econômica ótima foi entre 250 e 315 kg/ha para o N e 31 e 41 kg/ha para o fósforo. Adicionalmente, os autores concluíram que a concentração de nitrogênio na planta aumentou na medida em que aumentou a dose de aplicação.

Fumagalli (2008) informa que a produção de Aveia-preta, com irrigação, pode ser superior a 7000 kg MS/ha/ano. Ribeiro et al. (2008), trabalhando com Capim Mombaça (*Panicum maximum*) e Capim Elefante (*Pennisetum purpureum* cv Napier), observaram a taxa de lotação, o consumo e desempenho animal com irrigação durante a época de chuvas e seca. A irrigação influenciou mais a biomassa de folhas do que a digestibilidade da pastagem e o consumo animal, não ocorrendo diferenças na produção animal entre os dois capins.

Silva (2008) avaliou o efeito da idade de corte em pastagem de Capim Angola (*Brachiaria mutica*) com irrigação, onde a produção máxima observada foi de 23.145 kg/ha de matéria verde aos 70 dias de idade.

Shewmaker et al. (2009), relatam que a participação de plantas leguminosas em consórcio com gramíneas, diminui quando se aplica N e aumenta quando se aplica P. Ressalta que as pastagens são mais lucrativas quando a irrigação, a seleção de plantas e o tipo de pastejo não são limitadores da produção. Defende ainda que o pastejo rotacionado distribui melhor os nutrientes, portanto, produzindo mais forragem e dando maior retorno do que o pastejo contínuo.

Os fatores que determinam a produção forrageira de uma forma geral, e em específico dos sistemas irrigados, estão relacionados com o tipo de pastoreio e a fertilidade do solo. Pastagens irrigadas podem apresentar menores valores de FDN e maiores valores de PB e NDT, proporcionando aos animais uma dieta de melhor qualidade nutricional, desde que sejam manejadas de forma adequada.

2.4.2 Desempenho Animal

Hull (1971a) em experimento na Califórnia (EUA) avaliou o desempenho de animais utilizando pastagens com ou sem irrigação. No tratamento sem irrigação foi oferecido suplemento para um grupo de animais e outro grupo utilizou pastagem irrigada em pastejo horário, três vezes por semana. Os animais que permaneceram somente em pastagem irrigada tiveram maiores ganhos diários e por hectare.

Cardozo (2001) verificou produções, em Capim mombaça (*Panicum maximum*), de 3.653 kg de peso por hectare para bezerros com 250 kg e 3.005 kg para novilhos com 360 kg.

Fumagalli (2008) trabalhando com bezerros com pesos de 140 kg, em duas áreas com alfafa (*Medicago sativa*) e aveia (*Avena strigosa*) no inverno e sorgo (*Sorghum bicolor*) no verão, com lotações animais distintas (2,5 e 3,5 cabeça/ha), obtiveram ganhos médios diário de 0,641 kg e 0,593 kg por animal, e produções por hectare de 585 e 756 kg, para cada uma das cargas animais, respectivamente.

2.4.3 Manejo dos Sistemas de Produção Irrigado

Hull et al.(1960) avaliaram o efeito do intervalo de descanso em pastagens irrigadas no desempenho de novilhos, com intervalos de pastejo de seis dias, variando o número de piquetes e resultando em períodos de descanso de 24, 30 e 36 dias. As espécies utilizadas foram *Dactylis glomerata* e *Lotus tenuis* no primeiro ano do estudo e no segundo foi introduzido *Trifolium repens*. Não ocorreram mudanças no teor de lignina com o aumento do tempo de descanso e nos teores de proteína e de NDT houve um pequeno decréscimo. Estes intervalos de descanso não influenciaram a resposta animal para ganho diário, consumo de alimento, eficiência da utilização do alimento, peso vivo ou ganho de energia por hectare.

Pieper et al.(1959), revelaram que o aumento da intensidade de pastejo resultou em diminuição do conteúdo de nutrientes digestíveis da forragem consumida.

Hull et al. (1961) constataram que na medida em que aumentou a lotação e a intensidade de pastejo houve um decréscimo nos níveis de lignina e aumento no teor de proteína. A resposta dos animais acompanhou

negativamente o aumento da lotação, ocorrendo diminuição do consumo de forragem e energia, no ganho de peso vivo e no conteúdo de energia na carcaça. No experimento ficou evidenciado que o aumento da lotação até o ponto onde os ganhos não baixaram de 0,600 kg/dia otimizou a produção animal. Além disto, Hull et al. (1965) com animais de sobreano em três diferentes lotações (4,5; 9,0; 13,5 animais/ha) em pastagens com leguminosas e gramíneas irrigadas, relatam que a participação das gramíneas diminuiu e das leguminosas aumentou na medida em que foi aumentada a lotação. Ficou sugerido que um período de 35 dias de descanso é suficiente para que as plantas mantenham seu vigor. Portanto, nos dois estudos as altas lotações geraram diminuições na produção de forragem.

Hull et al (1967) compararam os métodos contínuo e rotacionado, em pastagem de leguminosas e gramíneas irrigadas, em três níveis de lotação, com animais de sobreano (lotação média com 9 animais/ha , no período de crescimento das plantas; pesada com 13,5 animais/ha, no período de crescimento das plantas; e estendido, lotação média durante o período de crescimento das plantas e ajustada no resto do período). Os autores concluíram que na lotação pesada o método rotacionado apresentou resultados superiores na permanência de animais em pastejo e ganho de peso por hectare. A exceção da lotação pesada, o método contínuo foi superior no ganho de peso vivo por hectare e ganho de peso vivo por animal por dia. Já Hull et al. (1971) compararam os métodos de pastoreio contínuo e rotacionado, com cargas animais aproximadamente iguais, em pastagens de leguminosas e gramíneas irrigadas. No método contínuo ocorreu uma maior participação de

espécies leguminosas do que no método rotacionado. Ocorreram maiores ganhos médios diários (3-8% maiores) no método contínuo em relação ao rotacionado.

Nichols et al. (1993) desenvolveram um estudo com os objetivos de avaliar o efeito do diferimento de pastagens irrigadas e do efeito da restrição de água para irrigação e fertilizantes durante o verão sobre a produção animal e de forragem. As pastagens implantadas foram de *Agropyrum intermedium* como monocultivo e consórcio de quatro espécies com *Dactylon glomerata*, *Bromus inermis*, *Bromus biebersteinii* e *Alopercurus arundinaceu*. Dois tipos de pastejos foram utilizados para ambas as pastagens. Um com pastejo ao longo do período de crescimento da pastagem (PLC), e outro com pastejo-diferimento-pastejo (PDP). A capacidade de suporte foi maior no PLC, devido ao maior período que os animais permaneceram nesta pastagem. O estudo indica que a irrigação de pastagens de estação fria durante o verão não trouxe benefícios adicionais em relação às pastagens com menos irrigação e fertilizante. A pastagem consorciada teve maiores ganhos por animal e por área, sendo mais adaptada para as duas estratégias de pastejo.

Crespi et al. (2001), avaliaram as propriedades físicas do solo, infiltração de água no solo e peso específico aparente, não demonstraram modificações em relação ao pisoteio dos animais, mesmo que o solo estivesse com alta umidade.

Frasen et al. (2001), para otimizar a produção, alinham estratégias para o manejo de pastagens irrigadas. Entre as estratégias estão à proteção da coroa das plantas, onde estão os pontos de crescimento, fundamentais para

o rebrote rápido, estabelecendo alturas mínimas para o pastejo, aliado ao pastejo rotacionado, permitindo que as plantas tenham um período de descanso para um novo pastejo.

Drumond (2001) relata que existem no Brasil áreas irrigadas com pivô central com taxas de lotação de 10 unidades animais por hectare (UA/ha) na primavera-verão e de 6 UA/ha no outono-inverno, com metas de ganho de peso diário de 800 gramas por animal. Alencar (2001) reporta que em cana-de-açúcar adubada e irrigada é possível a utilização de lotações de mais de 15 UA/ha. No semi árido pernambucano a irrigação do pasto de mombaça (*Panicum maximum*) mostrou viabilidade econômica possibilitando uma taxa de lotação de 7,0 UA/ha com o ganho de 850 gramas/cabeça/dia.

Monteiro et al.(2006), trabalhando com novilhas de reposição recém desmamadas, comparou animais pastejando áreas de campo natural com e sem irrigação, com dois tipos de suplementação para cada tipo de pastagem, e concluíram que a suplementação de proteína aumentou o ganho médio diário em ambas as pastagens. Evidenciando que as pastagens naturais, mesmo com irrigação, não disponibilizaram a quantidade de proteína necessária para desempenhos animais satisfatórios.

Allen et al. (2007), em estudo sobre sistema de integração da produção de grãos e pecuária, com irrigação em ambos os sistemas de produção, observaram que a utilização de plantas forrageiras na rotação com a produção de grãos, reduziu em 23% a utilização de água no sistema como um todo.

Coppock et al. (2009), em trabalho de modelagem para medir a

produtividade, a lucratividade e o risco na intensificação da irrigação, afirmam que a baixa precipitação pluviométrica, de forma geral, tem um efeito negativo muito grande na lucratividade. Além disso, consideram que existe a necessidade de um maior número de informações para compreender como os produtores tomam decisões, principalmente, em relação à seca.

A irrigação por si só possibilita aumentos consideráveis na produção anual de pasto em uma empresa rural, pois o déficit hídrico afeta grandemente a produção vegetal e por consequência a produção animal.

A forma de o pecuarista manter-se na atividade é melhorar sua rentabilidade, pelo aumento da produção e pela diminuição dos seus custos. Para que isso ocorra é necessária maior intensificação na produção, tornando mais competitiva a atividade pecuária.

3.HIPÓTESE DO TRABALHO

Os sistemas de produção de bovinos de corte com irrigação de pastagem apresentam índices produtivos superiores aos sistemas convencionais.

4.OBJETIVOS

4.1.Objetivos gerais

Estimar parâmetros de produção para sistemas de produção de bovinos de corte com irrigação de pastagens.

Gerar informações para a utilização futura da tecnologia.

4.2.Objetivos específicos

Comparar parâmetros produtivos em sistemas irrigados.

Identificar a estacionalidade de produção forrageira em sistemas com espécies de clima temperado.

CAPÍTULO II¹

¹ Artigo elaborado conforme as Normas da Agricultural Systems Journal (Apêndice II).

Parâmetros físicos do uso de pastagens irrigadas na terminação de bovinos de corte
**L.A.V. Queiroz Filho^{a,b}, J.O.J. Barcellos^{a,b,*}, J.C.R. Soares^{a,b}, V. Peripolli^{a,b}, L.G.
Denardin^{a,b}, B. Bremm^{a,b}, C.M. Camargo^{a,b}**

^a Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS.

^b Núcleo de Estudos em Sistemas de Produção de Bovinos de Corte e Cadeia Produtiva-NESPRO/Departamento de Zootecnia/Faculdade de Agronomia/UFRGS. Avenida Bento Gonçalves, nº. 7712, 91.540-000. Porto Alegre/Rio Grande do Sul/Brazil.

* Corresponding author. Tel.: +55 51 33.08.60.42; Fax: +55 51 33.02.60.48

E-mail addresses: luizqueirozf@yahoo.com.br (L.A.V. Queiroz Filho), julio.barcellos@ufrgs.br (J.O.J. Barcellos), soaresjean@hotmail.com (J.C.R. Soares), vanessa.peripolli@hotmail.com (V. Peripolli), luiz_dena@hotmail.com (L.G. Denardin), barbarabremm@ibest.com.br (B. Bremm), claudia.m.camargo@hotmail.com (C.M. Camargo)

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi quantificar parâmetros produtivos em sistemas intensificados de bovinos de corte com irrigação. Foram acompanhados três sistemas de produção de bovinos de corte com irrigação, sendo denominados S1, S2 e S3. O S1 apresenta solo do tipo Vertissolo, produção de forragem natural durante o verão e Azevém (*Lolium multiflorum*) durante o inverno e utilizava novilhos com idade entre dois a três anos e vacas de descarte. O S2 apresenta solo do tipo Neossolo, produção de forragem natural e Trevo-Branco (*Trifolium repens*) durante o verão e Trevo-Branco, Trevo-Vermelho (*Trifolium pratense*), Cornichão (*Lotus corniculatus*), Azevém e Aveia preta (*Avena strigosa*) durante o inverno, e utilizou bois de dois a três anos de idade. No S3 o solo é do tipo Vertissolo e apresentou no verão Trevo-Branco e no inverno Trevo-Branco, Azevém, Cornichão e Trevo-Vermelho, e utilizou novilhos e novilhas para engorda com idade entre o sobreano e dois anos de idade. Foram medidos o crescimento do pasto (CP), o acúmulo de forragem (AF), o ganho médio diário (GMD) e a carga animal (CA). O período de avaliação foi de Outubro de 2010 a Setembro de 2011. O sistema S3 foi o que apresentou o maior CP (44,7 kg MS/ha/dia). O maior AF foi de 15.658 kg MS/ha para o sistema S3. Durante o outono e a primavera ocorreram os maiores CP (42,5 e 41,8 kg MS/ha/dia, respectivamente) e os maiores AF

no verão e primavera (3.360 e 3.509 kg MS/ha, respectivamente), devido ao período menor de acúmulo no outono. O sistema S2 foi aquele que utilizou as maiores CA (1.007,9 kg PV/ha) em relação aos outros sistemas (494,2 kg PV/ha e 820 kg PV/ha para S1 e S3, respectivamente). Os maiores GMD também ocorreram em S2 com ganhos de 0,83 kg PV/animal/dia. Já os sistemas S1 e S3, obtiveram GMD de 0,78 e 0,74 kg PV/animal/dia, respectivamente. As maiores cargas ocorreram no verão (898,1 kg PV/ha) e os maiores GMD foram na primavera (1,32 kg PV/animal/dia). A estacionalidade da produção forrageira diminui com a utilização da irrigação, e em consequência pode-se ter uma produção menos instáveis durante o ano. O sistema S2 apresentou produção de peso vivo por área (PTa) de 772 kg PV/ha/ano, enquanto que S1 e S3 obtiveram, 369 e 519 kg PV/ha/ano. A produção de peso vivo por área mensal média (PTm) evidenciou que o potencial de produção pode não ter sido atingido.

Keywords: irrigação, produção intensiva, pastagem irrigada, terminação a pasto.

1. Introdução

A necessidade da pecuária de bovinos de corte intensificar sua produção é cada vez maior, pois há uma constante competição pelo uso da terra preferencialmente destinada a usos agrícolas. Neste contexto, tem ocorrido uma migração da atividade para as áreas marginais e a pecuária que persiste nas regiões de solos com elevado potencial para os cultivos de grãos necessita ser intensificada (Barcellos et al., 2004; Corrêa et al., 2001; Esteves et al., 1998).

Neste sentido, a sobrevivência da atividade pecuária depende do aumento da competitividade frente a outras atividades (Marques et al., 2011). A competitividade

física do sistema, em geral, está associada com o aumento do número de animais por unidade de área e, como consequência, da capacidade de suporte (Euclides, 2001; Mott, 1960). Esta pode ser aumentada pela fertilização das pastagens, com o consequente suprimento de nutrientes para as plantas expressar seu potencial produtivo, ou por meio da suplementação alimentar a pasto ou pelo confinamento, com a consequente liberação de áreas de pasto para outras categorias.

A produção de pasto, no entanto, pode sofrer com as variações climáticas, pois a irregularidade das chuvas e as baixas temperaturas são restrições que o clima impõe para o crescimento das plantas na região subtropical. Segundo Dekker (1992), é necessário que haja um suprimento de 40 mm de lâmina de água às raízes das plantas para que estas possam demonstrar o seu potencial de produção, ainda que utilizem aproximadamente 8 mm por dia.

No sul do Brasil, as precipitações superam a evapotranspiração (ETP) durante o ano todo, no entanto, elas são irregulares e, muitas vezes, não são capazes de suprir corretamente a demanda hídrica das plantas. Porém, a capacidade de retenção de água dos solos da região não permite que toda água das chuvas seja armazenada, pois a profundidade dos solos da região não ultrapassa 1 m de profundidade (EMBRAPA, 1999) e a água acaba por escoar superficialmente. Portanto, estas condições edáficas limitam o acúmulo de água no solo e a produção de forragem de forma mais uniforme. Desta forma, a irrigação do pasto pode tornar as propriedades produtoras de bovinos de corte mais competitivas, pela diminuição da dependência do índice de pluviosidade, aumentando a produção forrageira e mantendo a produção animal menos variável ao longo do ano ou aumentando a sua produtividade.

O uso de irrigação de pastagens por meio do pivô central tem sido o sistema

mais empregado na produção de bovinos de corte. Neste sentido, Monteiro et al.(2006), trabalhando com pastagem natural durante os meses de verão, constataram que a pastagem irrigada apresentou maiores valores de PB (22,7% vs. 5,0%), de NDT (66,7% vs. 55,0%), e menores valores de FDN (48,8% vs. 60,0%), em comparação com a pastagem não irrigada. Fumagalli (2008) relata que a produção de Aveia-preta (*Avena strigosa*), com irrigação, pode ultrapassar os 7000 kg MS/ha/ano.

Outros autores descreveram ser possível manter em pastagens irrigadas, no período de outono-inverno, taxa de lotação animal de 40 a 60% daquela mantida na primavera-verão (Aguiar, 2002; Corsi e Martha Jr.,1998). Esses índices são considerados bons, se comparados àqueles obtidos em pastagens não-irrigadas, pois nestas a taxa de lotação alcança no máximo 10 a 20%. Segundo Rassini (2002) o acúmulo de forragem na entressafra corresponde a 53 e 68% do acúmulo da safra, respectivamente para os capins Tanzânia e Elefante irrigados na região sudeste do Brasil.

Cardozo (2001) verificou produções de 3.653 kg de peso vivo por hectare para bezerros com 250 kg de peso vivo e 3.005 kg de peso vivo por hectare, para novilhos magros com 360 kg, ambos em Capim Mombaça (*Panicum maximum*). Fumagalli (2008) trabalhando com bezerros com pesos médios de 140 kg, em duas áreas com Alfafa (*Medicago sativa*) e Aveia (*Avena strigosa*) no inverno e Sorgo (*Sorghum bicolor*) no verão, com lotações animais distintas (2,5 e 3,5 cabeça/ha), obtiveram ganhos médios diário de 0,641 kg e 0,593 kg por animal, e produções anuais de 585 e 756 kg PV/ha, para cada uma das cargas animais, respectivamente.

Na Fronteira Oeste do Estado do Rio Grande do Sul vem sendo empregada a irrigação de pastagens temperadas como forma de intensificar a produção. No entanto,

são escassas as informações científicas a respeito desses sistemas. Assim, foi desenvolvido este estudo para avaliar os parâmetros produtivos de sistemas de terminação de bovinos de corte sob irrigação por Pivô Central.

2. Materiais e Métodos

Foram avaliados de 7 de outubro de 2010 a 7 de outubro de 2011 três sistemas de terminação de bovinos de corte com base em pastagens irrigadas, por Pivô Central, localizados na Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul, na região subtropical do Brasil. A região do experimento está localizada na longitude 29°45'18" Sul e latitude 57°05'16" Oeste, com altitude média de 66 m. Os sistemas de produção utilizaram reservatórios de água construídos para a produção de arroz. Neste sentido, parte da água que seria utilizada pela produção de arroz foi direcionada para a irrigação de pastagem. O uso e o dimensionamento de reservatórios de água dependem dos projetos de irrigação, das áreas disponíveis para implantação dos sistemas e do regime de chuvas durante o ano, sendo normalmente utilizada para fins de cálculo, uma projeção do número de horas de rega em que serão acionados os sistemas de irrigação.

2.1. Caracterização Climática da Região Experimental

A Fronteira Oeste (FO) do Rio Grande do Sul está inserida na bacia hidrográfica do Rio Uruguai, que compreende uma área de drenagem de 178 mil km² (Silva et al., 2010), onde são irrigadas 499 mil ha e sua vazão representa em torno de 8% da vazão total das regiões hidrológicas do Brasil, sendo que a vazão para a irrigação representa 82% da vazão total da Bacia do Uruguai (ANA, 2009), demonstrando o alto

grau de utilização desta tecnologia. A Fronteira Oeste está incluída na região de Clima tipo Cfa, segundo classificação de Köppen.

Dados de chuvas e regas dos sistemas de irrigação utilizados foram obtidos a partir de informações recolhidas de pluviômetros instalados nos três sistemas de produção. Foram coletados dados de temperatura e radiação no período de 07/10/2010 a 07/10/2011, a partir da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada na longitude 29°84'35" Sul e latitude 57°08'25" Oeste. A partir dos dados de temperatura foi calculada a soma térmica dos meses de avaliação, em graus dia (GD) pela equação:

$$\Sigma (TM - Tm) / 2 - (Tb) \quad (1)$$

Onde:

TM= Temperatura máxima diária

Tm= Temperatura mínima diária

Tb= Temperatura basal

A temperatura basal para as plantas C3 segundo Lemaire & Agnusdei (2000) é de 4°C, e este valor foi utilizado para calcular a soma térmica.

Foi utilizado o método de Thornwaite (1955) para o cálculo da evapotranspiração potencial (ETP) para a realização do balanço hídrico (Figura 1) a partir da série climatológica normal de 1961 a 1990 (Ramos et al., 2009) e dos dados da estação meteorológica automática regional do INMET, para o período experimental (2010-11). O fator de correção F_c utilizado foi para a longitude de 30° Sul, segundo estipulado pela UNESCO (1982).

$$ETP = Fc \cdot 16 \cdot \{(10 \cdot (T/I))\}^a \quad (2)$$

$$I = \sum (T/5)^{1,514} \quad (3)$$

Onde:

ETP = Evapotranspiração potencial (mm/mês)

Fc = Fator de correção em função da latitude e mês do ano;

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 0,01791 \cdot I + 0,492$$

I = índice anual de calor, correspondente a soma de doze índices mensais;

T = Temperatura média mensal (°C).

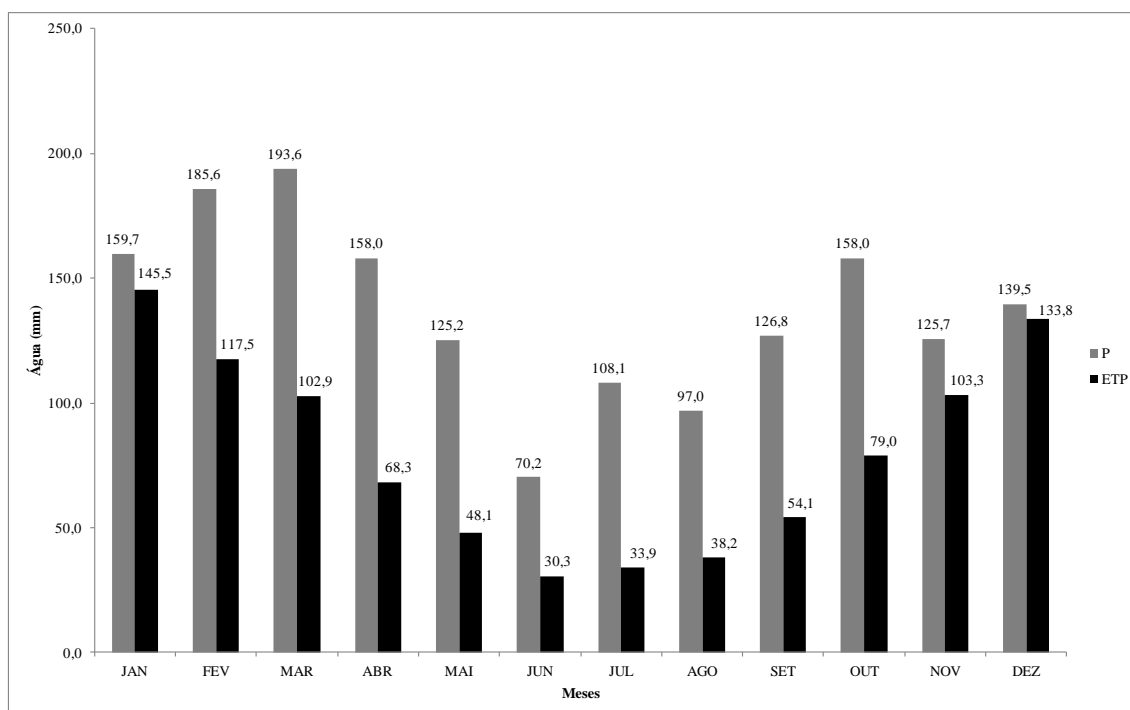


Figura 1. Balanço hídrico para o município de Uruguaiana a partir das normais climatológicas de 1961-1990 de precipitação (P) e da evapotranspiração potencial (ETP).

Os dados foram analisados através do procedimento GLM do SAS® e as médias comparadas pelo teste Duncan a 5% de probabilidade de erro. Foram utilizadas regressões múltiplas para analisar o efeito da entrada de água (chuvas e regas), das regas, da soma térmica (GD) e da radiação sobre crescimento do pasto e no acúmulo de forragem ajustando-se os efeitos para sistemas e estação do ano. O CP e o AF durante o ano foram analisados por medidas repetidas no tempo.

2.2.Sistemas de produção

2.2.1.Sistema 1 (S1): Está localizado na longitude 30°03'22" Sul e latitude 57°02'37" Oeste. Predomina na área deste sistema, solo do tipo Vertissolo com textura média, tendo como característica a dificuldade de drenagem, presença de argilas expansíveis e profundidade inferior a 1,50 m (EMBRAPA, 1999). Em março de 2010 foi implantada a pastagem de Azevém (*Lolium multiflorum*) com semeadura a lanço. A avaliação ocorreu por meio da engorda de novilhos com idade entre dois a três anos e de vacas de descarte. Os animais entraram na pastagem em maio de 2010 e foram manejados em lotação contínua durante todo o período de avaliação. A pastagem de Azevém produziu até meados de novembro de 2010. Nos meses de verão-outono predominou nesta área espécies forrageiras nativas, tais como *Setaria* spp., Capim Papuã (*Brachiaria plantaginea*) e Milhã (*Digitaria sanguinalis*). Já nos meses de inverno-primavera o Azevém predominou como planta forrageira. Durante o mês de março de 2011, foi aplicado herbicida de amplo espectro (i.a. *Glyphosate*), para que ocorresse uma diminuição da vegetação natural de verão, no intuito de que as espécies forrageiras de inverno-primavera pudessem germinar por ressemeadura natural. Durante este período, de 15 de março de 2011 a 29 de abril de 2011, os animais foram retirados do sistema,

ficando em de 45 dias fora do pivô. Os animais retornaram em Maio de 2011, quando foi aplicado 300 kg/ha de MAP (10-00-48). O sistema de irrigação aplicava em sua vazão máxima uma lâmina de água de 9mm durante 21 horas para completar uma volta completa.

2.2.2.Sistema 2 (S2): está localizado na longitude 30°13'13" Sul e latitude 56°23'12" Oeste. O solo predominante é o tipo Neossolo, com textura média, presença de cascalho e profundidade menor que 0,50 m (EMBRAPA, 1999). Foi implantada em março de 2010 uma pastagem consorciada por Trevo-Branco (*Trifolium repens*), Trevo-Vermelho (*Trifolium pratense*), Cornichão (*Lotus corniculatus*) e Azevém (*Lolium multiflorum*) com semeadeira a lanço. Durante os meses de verão-outono predominaram no sistema espécies forrageiras naturais tais como *Paspalum alnum*, *Brachiaria plantaginea* entre outras e trevo branco. Durante os meses de inverno-primavera predominaram as plantas de clima temperado implantadas no sistema. A avaliação dos animais ocorreu por meio da engorda de bois de dois a três anos de idade, com entrada dos animais em maio de 2010. Neste sistema, foi utilizado o pastejo com lotação intermitente. A área irrigada foi dividida com cerca elétrica em quatro piquetes, tendo cada área em torno de 25 hectares. O período de utilização de cada piquete foi de 5 -7 dias de pastejo. Durante os meses de março e abril de 2011 foi estabelecida a Aveia-preta (*Avena strigosa*). Para tanto, foi realizada aplicação de herbicida de amplo espectro (i.a. *Glyphosate*), para a supressão do crescimento e estresse das plantas que ocorriam naquele período. Foram aplicados 240 kg/ha de adubo com fórmula NPK 05-25-25 e 100 kg/ha de Uréia (45-00-00) juntamente com o plantio da Aveia Preta. De 16 de março a 20 de abril de 2011, os animais foram retirados do sistema, ficando em torno de 35 dias fora do pivô. Neste sistema o Trevo-Branco vegetou durante os meses de

Outubro de 2010 a Fevereiro de 2011, período anterior a aplicação de herbicida, e tornou a se restabelecer, nos meses seguintes, juntamente com o desenvolvimento da Aveia-preta e do Azevém, que retornou por ressemeadura natural. O sistema de irrigação aplicava em sua vazão máxima uma lâmina de água de 12 mm completando uma volta completa nesta vazão em 21 horas.

2.2.3.Sistema 3 (S3): está localizado na longitude 29°55'22" Sul e latitude 57°08'40" Oeste. Predomina na área deste sistema solo do tipo Vertissolo, com textura média, presença de argilas expansíveis, com dificuldade de drenagem e profundidade efetiva do perfil menor que 1,50 m (EMBRAPA, 1999). Foi implantada pastagem de Trevo Branco (*Trifolium repens*), Trevo Vermelho (*Trifolium pratense*), Cornichão (*Lotus corniculatus*) e Azevém (*Lolium multiflorum*) em março de 2010. Durante o verão-outono predominou neste sistema de produção o Trevo-branco como principal componente forrageiro, enquanto que no inverno-primavera observou-se a participação de Azevém, Trevo-Vermelho e Cornichão. Foram avaliados novilhos e novilhas para engorda com idade entre o sobreano e dois anos de idade. Os animais entraram na pastagem em maio de 2010 e foram manejados em lotação contínua. Em março de 2011 foi feita uma roçada de limpeza da vegetação senescida que ocorria na época e aplicado 220 kg/ha de adubo formulado NPK (05-25-25). No mês de agosto de 2011, os animais foram retirados do sistema de produção, devido à implantação de um novo sistema de produção. O sistema de irrigação aplicava em sua vazão máxima uma lâmina de água de 9,5 mm e levava 21 horas para completar uma volta completa.

As áreas dos três sistemas de produção tinham 99 hectares (ha) de área irrigada e neles foram avaliados animais cruzas Hereford x Nelore e Angus x Nelore, os quais recebiam suplementação mineral à vontade e manejo sanitário específico da

região.

2.3. Análises de solos

Foram realizadas análises de solo em setembro de 2010, no intuito de caracterizar o nível de fertilidade do solo dos sistemas de produção. Para tanto foram retiradas 20 subamostras das áreas utilizadas em cada sistema. As amostras foram analisadas no Laboratório de Solos da UFRGS.

Tabela 1. Análise de solo dos sistemas de produção.

	Argila	pH	P	K	M.O.	Al trocável	Ca trocável	Mg trocável	CTC	Saturação por Bases
	%	H ₂ O	mg.dm ⁻³		%	cmol _c .dm ⁻³				%
S1	29	5,1	5,7	61,0	3,1	0,9	9,4	2,8	21,7	57,5
S2	32	5,7	6,4	93,0	3,0	0	16	6,4	27	83,5
S3	32	5,9	14,0	82,0	2,8	0	22,3	7,2	33,4	88,5

2.4. Produção de Forragem

A medição da produção de forragem foi realizada utilizando duas gaiolas de exclusão de pastejo em cada sistema de produção. Estas gaiolas foram colocadas em duas áreas distintas, escolhidas pela sua homogeneidade em relação à topografia geral da área onde se localizava cada sistema de irrigação, totalizando seis gaiolas. Cada gaiola media 1m x 1m e 0,5 m de altura. As gaiolas foram identificadas como gaiola 1 (G1) e gaiola 2 (G2), para cada sistema de produção. Foi utilizado um aro de metal com área 0,10 m² para delimitar a área de corte das amostras. As amostras foram cortadas rente ao solo e depois congeladas para o transporte até o laboratório onde foram analisadas. Na área em torno de cada gaiola foram obtidas cinco amostras aleatórias de pasto, para determinação da massa de forragem da pastagem (MF) e três amostras de

dentro da gaiola formando uma amostra composta por gaiola (MFG), para medir o crescimento do pasto (CP). O acúmulo de forragem (AF) foi obtido pela subtração da massa de forragem da gaiola (MFG) pela média da massa de forragem das cinco amostras da pastagem (MFP). O crescimento do pasto (CP) foi obtido pelo AF dividido pelo período entre coletas. O teor de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) foram determinados pela metodologia proposta por Prates (2007).

2.5. Avaliação do desempenho dos animais e da produção anual de peso vivo

Foram identificados e pesados, inicialmente, 30 animais para o acompanhamento do ganho de peso vivo médio diário (GMD), em cada período do ano. À medida que estes animais iam sendo vendidos, outros animais eram identificados e pesados antes da entrada no sistema para serem avaliados. Os animais identificados foram pesados a cada 28 dias durante o período de avaliação, exceto naquele período de vazio forrageiro. A produção anual de peso vivo por hectare (PTa), em quilogramas de peso vivo, foi calculada através do balanço de quilos de peso vivo produzidos. Para tanto foi realizada a pesagem dos animais para definir o estoque inicial e final. Portanto, a produção anual de peso vivo foi calculada com a seguinte fórmula:

$$PT(kg PV) = Total\ de\ vendas(kg PV) + Estoque\ final(kg PV) \\ - Estoque\ inicial(kg PV) - Total\ de\ vendas\ (kg PV) \\ - mortes\ (kg PV)$$

Esta produção total (PT) foi dividida pela área utilizada e obteve-se a produção total por hectare (PTa). Os sistemas tiveram dois meses de vazio forrageiro (S1 e S2) e dois meses onde a produção de peso vivo não foi avaliada (S3), portanto as

medidas de PTa são relativas a 10 meses de produção. A produção de peso vivo mensal média (PTm) foi calculada pela multiplicação do GMD pela lotação animal pelo número de dias de entre coletas de avaliação do mês em questão. A lotação animal foi calculada dividindo-se a carga animal média (CA) pela Unidade Animal (UA) de referência, que equivale a 450 kg PV.

3. Resultados e discussão

Os resultados deste trabalho serão apresentados e discutidos a partir dos períodos de crescimento das forrageiras utilizadas nos sistemas de produção S1, S2 e S3. Pois, os meses que traduzem melhor este ciclo de crescimento são os meses de verão-outono e inverno-primavera. Esta abordagem pode ser mais apropriada do que comparar os meses de primavera-verão e outono-inverno, devido aos sistemas forrageiros deste experimento utilizarem como base espécies de clima temperado. Estas têm o ciclo de crescimento entre as estações de inverno-primavera e o campo natural da região (com predominância de espécies de rota metabólica C4) com crescimento no verão-outono. Por outro lado, nos experimentos conduzidos em regiões tropicais, o período de seca está nas estações de outono-inverno e o período de chuvas na primavera-verão, o crescimento das plantas segue o padrão dessas estações.

Na Tabela 1, é apresentado o saldo de entrada de água no sistema (P-ETP), que é a diferença entre a quantidade de água que precipitou (P) e a evapotranspiração potencial do período; o saldo de entrada de água com a inclusão das regas (Pr-ETP); o número de dias de chuvas (NDC), que é o cômputo de dias em que ocorreram precipitações com no mínimo 1 mm; e a média de precipitações(MP) para os sistemas

no período de avaliação, ou seja a precipitação média do mês em relação ao NDC. Em relação à Normal climatológica, tem-se o saldo de entrada de água, o número de dias de chuvas e precipitação média, para os anos de 1961-90. O saldo das médias das precipitações do ano experimental em relação à ETP ficou abaixo daquele saldo da normal climatológica. No entanto quando incluída as regas, este saldo se aproxima da normal, demonstrando que a irrigação foi importante para que pudesse influenciar as produções deste trabalho. Além disto, os dias de chuva com mais de 1mm foi menor do que o verificado na normal climatológica, apesar de em alguns meses o número de dias de chuva terem sido maiores. Esta constatação demonstra que a utilização da irrigação forneceu água de forma menos irregular para as plantas, permitindo que o estado de turgidez se mantivesse (Taiz e Zeiger, 2009). Esta condição pode ter afetado o metabolismo das plantas, fazendo que a radiação solar fosse utilizada de forma mais eficiente aumentando a taxa de fotossíntese e a produção de matéria seca.

A análise conjunta dos três sistemas avaliados determinou que o crescimento de forragem esteve associado com a entrada de água nos sistemas, portanto, com a irrigação, cujo ponto de máxima ocorreu entre 150 e 200 mm de entrada de água ($P < 0,05$). Isto determina de forma geral que o nível ótimo de entrada de água por mês nos sistemas deve ficar nesta faixa.

A participação de espécies forrageiras tipo C3, como Azevém, Trevo-Branco e Cornichão, permite o aumento na produção total anual de forragem como consequência da participação da produção de inverno-primavera. Durante este período ocorrem as temperaturas mais baixas do ano (Figura 3) e as espécies naturais pouco acrescentam na produção de forragem (Freitas, 1976).

Tabela 2. Saldo de entrada de água (P-ETP), Saldo de entrada de água com regas (Pr-ETP), número de dias de chuva (NDC) e média das precipitações (MP) para o período

experimental 2010-11 e saldo de entrada de água (P-ETP), número de dias de chuva (NDC) e média das precipitações (MP) para a normal climatológica 1961-90.

Meses	P-ETP (mm)	Pr-ETP (mm)	NDC*	MP (mm)	P-ETP (mm)	NDC*	MP (mm)
	Ano experimental 2010-11				Normal climatológica 1961-90		
Verão	47,6	244,1			88,0		
Dezembro	17,1	92,6	9	14,1	5,7	7	19,9
Janeiro	0,4	60,9	10	13,0	14,2	7	22,8
Fevereiro	30,1	90,6	9	17,6	68,1	7	26,5
Outono	34,7	87,3			257,5		
Março	0,4	38,7	5	22,5	90,7	8	24,2
Abril	5,0	12,1	3	33,4	89,7	7	22,6
Maio	29,3	36,5	7	13,1	77,1	6	20,9
Inverno	98,8	128			172,9		
Junho	43,3	59,3	8	10,1	39,9	6	11,7
Julho	30,4	33,5	8	8,1	74,2	7	15,4
Agosto	25,1	35,2	6	10,7	58,8	6	16,2
Primavera	3,09	149,9			174,1		
Setembro	62,0	84,0	6	19,4	72,7	7	18,1
Outubro	-1,2	46,1	7	8,5	79,0	8	19,8
Novembro	-57,7	19,8	2	12,0	22,4	7	18,0
Total	184,0	609,3	80	15,2	692,5	83	19,7

*Chuvas maiores de 1mm.

Durante, o verão-outono ocorre o aumento da participação de plantas naturais do tipo C4, que por características fisiológicas e anatômicas são capazes de produzir maior quantidade de forragem em condições de altas temperaturas, desde que tenham disponibilidade hídrica suficiente (Taiz e Zeiger, 2009). No sistema S2 e S3, com a irrigação, o Trevo-Branco, permaneceu produzindo durante todo o período de avaliação, diminuindo sua participação na composição da pastagem durante o verão, mas mantendo-se em estágio vegetativo, mesmo em ambiente de altas temperaturas (Figura 3), reflexo da capacidade de perenização desta planta que apresenta reprodução vegetativa, pela produção de estolões, e reprodução por sementes (Gibson e Holowell, 1966; Moore et al., 2006).

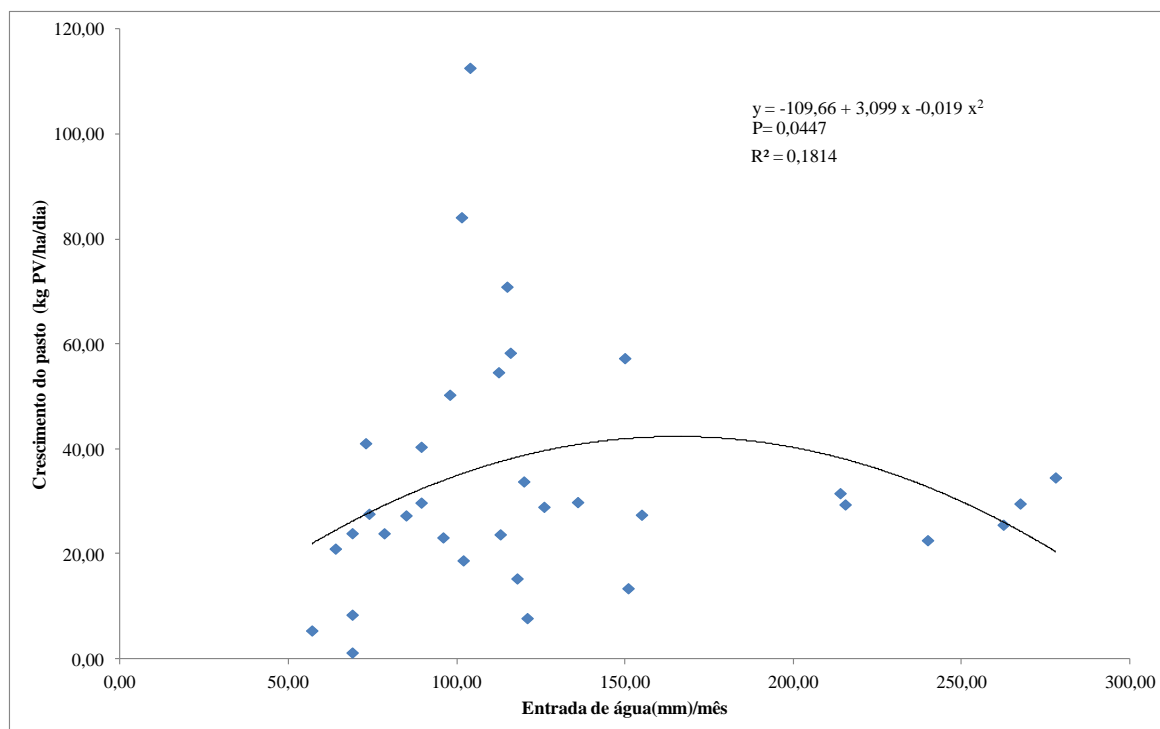


Figura 2. Análise de Regressão entre a Entrada de água (chuva e rega) nos sistemas e o crescimento do pasto (CP).

Estas ocorrências não são relatadas em anos típicos na região, e provavelmente, somente foram possíveis devido à irrigação das pastagens (Paim e Riboldi, 1984)

Em relação aos parâmetros de qualidade da forragem (Tabela 3) é possível observar que a Proteína Bruta (PB), apresentou seus maiores valores durante o outono e inverno. Estes valores podem ser explicados pelo fato das espécies com maior participação na produção de forragem total serem espécies com rota metabólica tipo C3, plantas típicas de clima temperado, resistindo bem às condições de baixa temperatura, características deste período do ano, que podem apresentar altos teores de PB, como relata Coelho et al (2002). O S3 foi o sistema que apresentou os maiores teores médios de PB, com valores médios de 14,9%, provavelmente, devido a maior presença de Trevo-Branco na pastagem em relação aos outros sistemas.

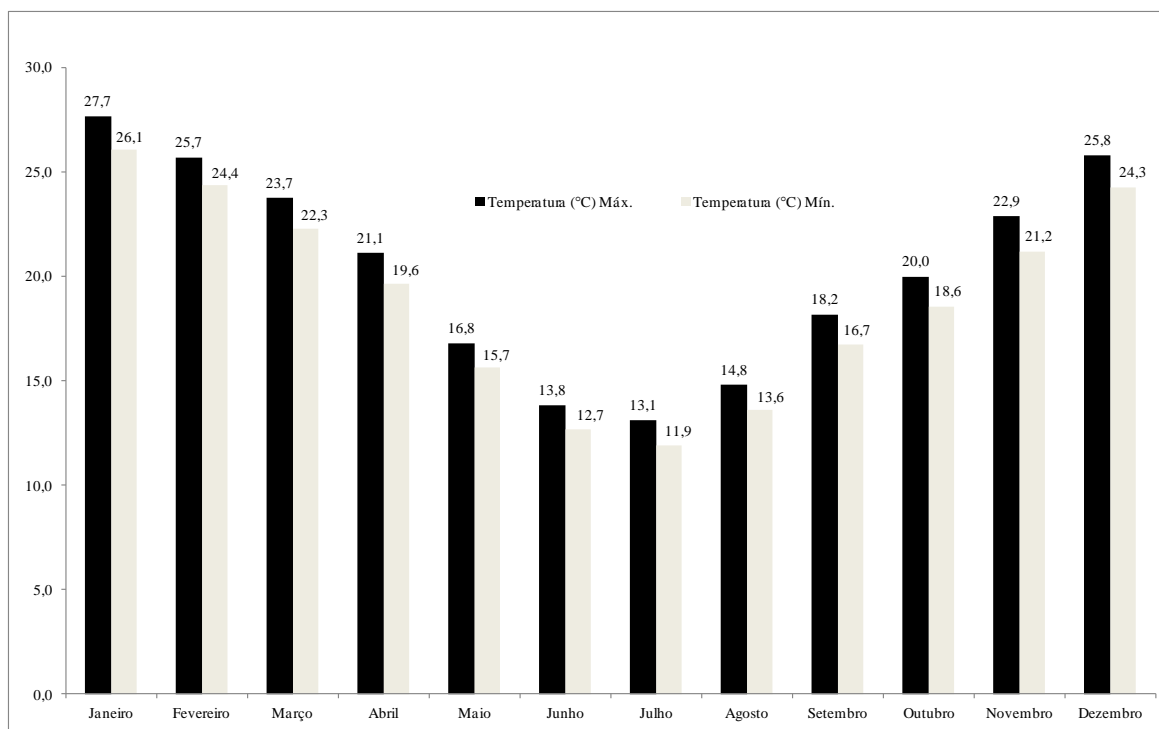


Figura 3. Temperaturas médias máximas e mínimas no período experimental.

A quantidade de proteína é fundamental para a síntese de proteína microbiana em nível ruminal e para a síntese de tecidos e funções metabólicas para o organismo. Isoladamente o teor de proteína não determina desempenho, já que os animais devem consumir um mínimo em quantidade para suprir suas necessidades. Portanto, o teor de proteína é importante desde que haja quantidade suficiente de forragem para o consumo dos animais (NRC, 2000).

Menegaz et al, (2008), Moojen e Maraschin (2002) e Pötter e Lobato (2004) referem teores de PB para o campo nativo do Rio Grande do Sul, menores que 12,5%. Em relação ao FDN, Menegaz et al, (2008) e Pötter & Lobato(2004) relatam percentuais superiores a 65%, demonstrando que a qualidade do campo nativo fica abaixo das espécies aqui estudadas. Desta forma, a presença de espécies nativas na pastagem acaba por diminuir a qualidade nutricional da forragem.

Tabela 3. Percentual de Proteína Bruta (PB) e Fibra em Detergente Neutro (FDN) na

matéria seca do pasto.		
Efeitos Principais	PB (%)	FDN (%)
Sistemas		
S1	9,9a±3,13*	48,2a±2,57*
S2	10,9a±2,04	41,5b±4,90
S3	14,9b±4,14	38,2b±7,41
Estações do ano		
Verão	9,4a±2,63	47,1a±7,96
Outono	13,0b±3,70	45,3a±6,21
Inverno	15,1b±3,37	39,3b±4,56
Primavera	10,1a±2,91	38,7b ±3,02

Médias seguidas da mesma letra minúscula não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($P > 0,05$).

* Desvio Padrão da Média.

Quanto a Fibra em Detergente Neutro (FDN), os maiores valores foram observados durante os meses de verão-outono. Isto ocorreu devido à maior participação de espécies naturais de verão, pois estas possuem maiores teores de fibra, e também pelo fim do ciclo vegetativo destas plantas forrageiras. Foram constatados que os teores médios de FDN são menores àqueles encontrados por Monteiro et al. (2006), onde a irrigação promoveu uma diminuição nos teores de FDN (48,8% com irrigação vs. 60,0% sem irrigação). O S1 apresentou os maiores valores de FDN (48,2%), provavelmente, devido à maior participação do campo natural na pastagem em relação aos outros sistemas.

A FDN reflete a quantidade de celulose, hemicelulose e lignina presentes na pastagem, sendo que o consumo está condicionado à quantidade destes carboidratos

estruturais, uma vez que o aumento do teor de FDN diminui o consumo de forragem pelos animais. Mertens (1992) considera que a FDN pode ser utilizada para caracterizar na dieta, atuando na expressão de dois mecanismos de controle do consumo numa mesma escala por estar relacionada diretamente ao efeito de enchimento do rúmen e inversamente à concentração energética da dieta.

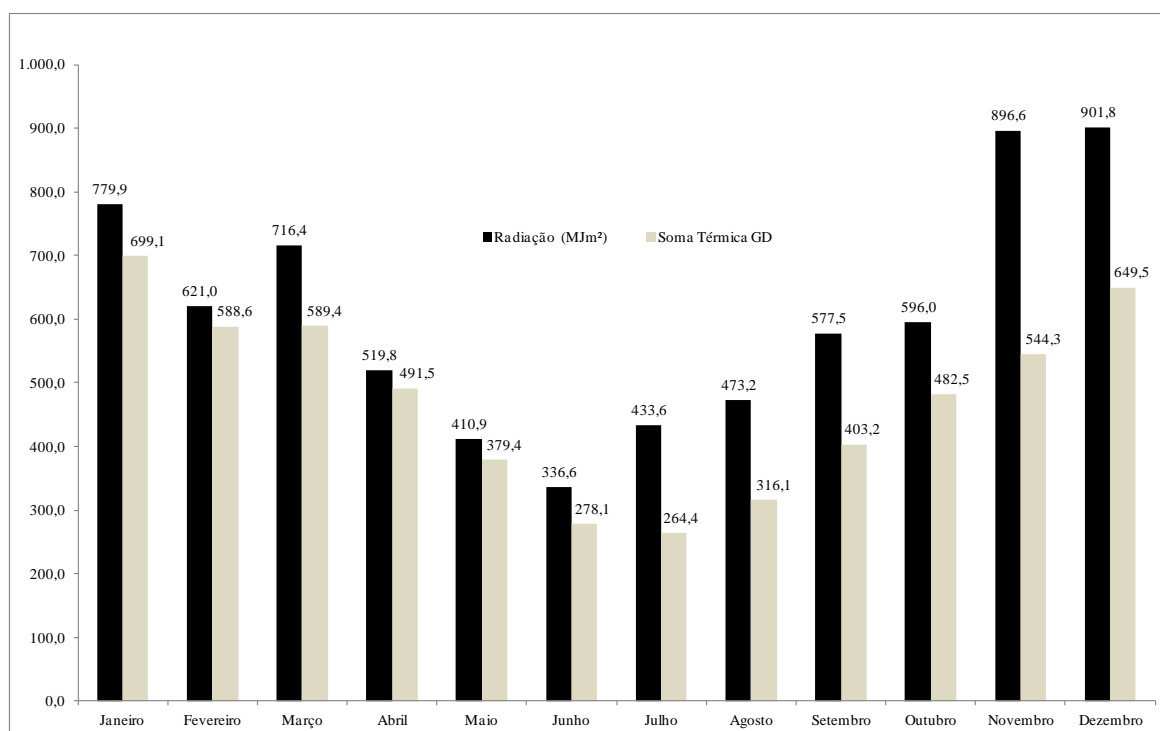


Figura 4. Medidas de Radiação e Soma térmica para o ano experimental.

O crescimento do pasto (CP) (Tabela 4) foi superior durante os meses de verão-outono e primavera. Nos meses de primavera e verão, o crescimento foi maior devido, possivelmente, à maior disponibilidade de água para as plantas com a utilização de irrigação (Tabela 2). Além disto, as condições de radiação (Figura 4) e temperatura (Figura 3) favoreceram o crescimento das plantas. Com o aumento da temperatura durante a primavera ocorre a mineralização de nutrientes da matéria orgânica do solo, permitindo uma maior disponibilidade de nutrientes (Haynes e Williams, 1993; Myers et al., 1994; Siqueira e Franco, 1988). O aumento da radiação permite aumento da taxa

de fotossíntese das plantas (Taiz e Zeiger, 2009), aumentando a produção de matéria seca. Já nos meses de outono, ocorreu uma grande suplementação de água pela irrigação, uma vez que somente as chuvas forneceram 34,7 mm e a irrigação 50 mm adicionais. O CP pode ser explicado pela aplicação de adubo, já que em março de 2011 todas as pastagens receberam adubação. Portanto, a água esteve associada com o CP (Figura 1), no entanto, a disponibilidade de nutrientes deve existir para que ocorram incrementos maiores na produção de MS.

Tabela 4. Crescimento do pasto (kg MS/ha/dia) e acúmulo de forragem total (kg MS/ha) conforme o sistema de produção e a estação do ano.

Efeitos Principais	Crescimento do Pasto (kg MS/ha/dia)	Acúmulo de Forragem Total (kg MS/ha)
Sistemas		
S1	32,2ab±16,8*	10.874±557,2*
S2	26,9b±10,1	8.905±275,6
S3	44,7a±21,2	15.658±545,0
Estações do ano		
Verão	34,5ab±13,1	3.360±505,1
Outono	41,8a±20,4	2.755±447,8
Inverno	22,3b±10,9	2.188±589,4
Primavera	42,5a±18,1	3.509±429,5

Médias seguidas da mesma letra minúscula não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($P > 0,05$).

* Desvio Padrão da Média.

No inverno ocorreram as menores taxas de crescimento do pasto. Este fato pode ser explicado pela menor disponibilidade de água para as plantas (Tabela 2) e a ocorrência de menores temperaturas e radiação solar. Este resultado poderia ser esperado já que as condições de radiação e a soma térmica (Figura 4) condicionam a

taxa de aparecimento e alongamento das folhas além da duração de vida das mesmas, componentes morfológicos que participam na formação do índice de área foliar (Lemaire e Chapman, 1996), mesmo que as espécies que predominaram nas pastagens sejam de clima temperado. As maiores taxas de crescimento (Tabela 4) ocorreram durante o outono e primavera (41,8 e 42,5 kg MS/ha/dia, respectivamente) e são superiores àquelas encontradas em trabalho recente conduzido na mesma região, porém sem o emprego da irrigação (Ferreira et al., 2011). O autor relatou para o campo nativo melhorado e adubado taxas de crescimento de 31 kg MS/ha/dia, o que demonstra que a irrigação, utilizada neste experimento, resultou em uma superioridade de aproximadamente 10 kg MS/ha/dia. Barbosa et al. (2007) na região central do RS, relatam taxas de crescimento médias de 67 kg MS/ha/dia trabalhando com Azevém (*Lolium multiflorum*). A região central do estado se caracteriza por chuvas menos irregulares e solos mais profundos, permitindo maior armazenamento de água. Esta diferença edafoclimática pode explicar as taxas de crescimento superiores nesta região.

O maior CP ocorreu no S3 e estas taxas de crescimento podem ser explicadas pela diferença de fertilidade do solo, principalmente, aos níveis de fósforo (Tabela 1) entre os sistemas, pois este é um dos principais nutrientes para o metabolismo das plantas e em grande deficiência nos solos do Rio Grande do Sul. Além disto, as plantas leguminosas são muito dependentes deste elemento para o seu desenvolvimento (Graham e Vance, 2003; Guss et al., 1990).

O sistema S3 apresentou acúmulo de forragem total superior a 15.000 kg MS/ha (Tabela 4) e o acúmulo médio dos sistemas foi superior a 11.000 kg MS/ha. Esse acúmulo pode ser considerado alto, já que Fumagalli (2008) relata produção de Aveia-Preta (*Avena strigosa*) com irrigação em torno de 7.000 kg MS/ha. Barbosa et al.

(2007) descrevem produções de Azevém superiores a 10.000 kg MS/ha. Rocha et al. (2011) trabalhando com Aveia-Preta e Azevém consorciados apresentaram produções superiores a 8.000 kg MS/ha. O trabalho relatado pelos autores foi realizado na região norte do estado, que assim como a região central, apresenta melhores condições edafoclimáticas em relação a FO.

Resultados de pesquisas no centro do país (Aguiar, 2002; Corsi e Martha Jr. 1998; Rassini, 2002) determinaram que a estacionalidade da produção forrageira de plantas de clima tropical diminuía marcadamente pelo uso da irrigação. Ou seja, a produção de outono-inverno quando comparada a produção de primavera-verão, aumentava sua relação quando utilizada a irrigação. Alvim et al (1986), trabalhando com espécies de clima temperado irrigadas também chegaram a estas conclusões.

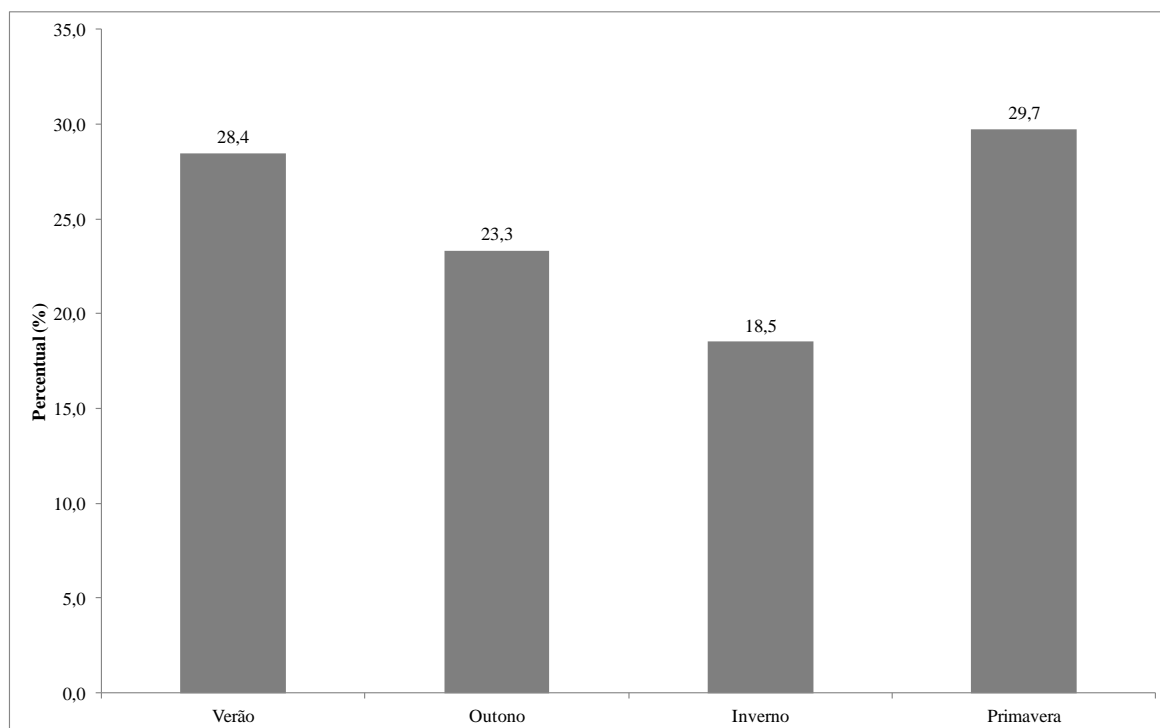


Figura 5. Participação do Acúmulo de Forragem médio dos Sistemas de Produção, nas diferentes estações do ano de avaliação

As estações do ano que mais participaram da produção (Figura 5) foram a primavera (29,7%) e o verão (28,4%), possivelmente pelo saldo de água no solo maiores do que nas outras estações, e pelas condições climáticas de temperatura (Figura 3) e radiação (Figura 4).

A relação do AF entre o inverno-primavera com o verão-outono ficou muito próxima na média dos sistemas (Figura 6). O sistema S3 apresentou AF maior durante o inverno-primavera (20,9%) em relação ao AF de verão-outono. Esta inversão na estacionalidade, provavelmente ocorreu devido a grande participação do Trevo-Branco neste sistema, o que acabou por diminuir a participação de espécies de verão-outono na pastagem durante este período. Os sistemas S1 e S2 apresentaram AF em torno de 75% no inverno-primavera em relação ao verão-outono. Estas participações são maiores do que aquelas relacionadas por Rassini (2002) onde o acúmulo de forragem no período de crescimento desfavorável (outono-inverno) corresponde a 53 e 68% do acúmulo do período de crescimento favorável (primavera-verão), respectivamente para os capins Tanzânia (*Panicum maximum*) e Elefante (*Pennisetum purpureum*) irrigados na região sudeste do Brasil.

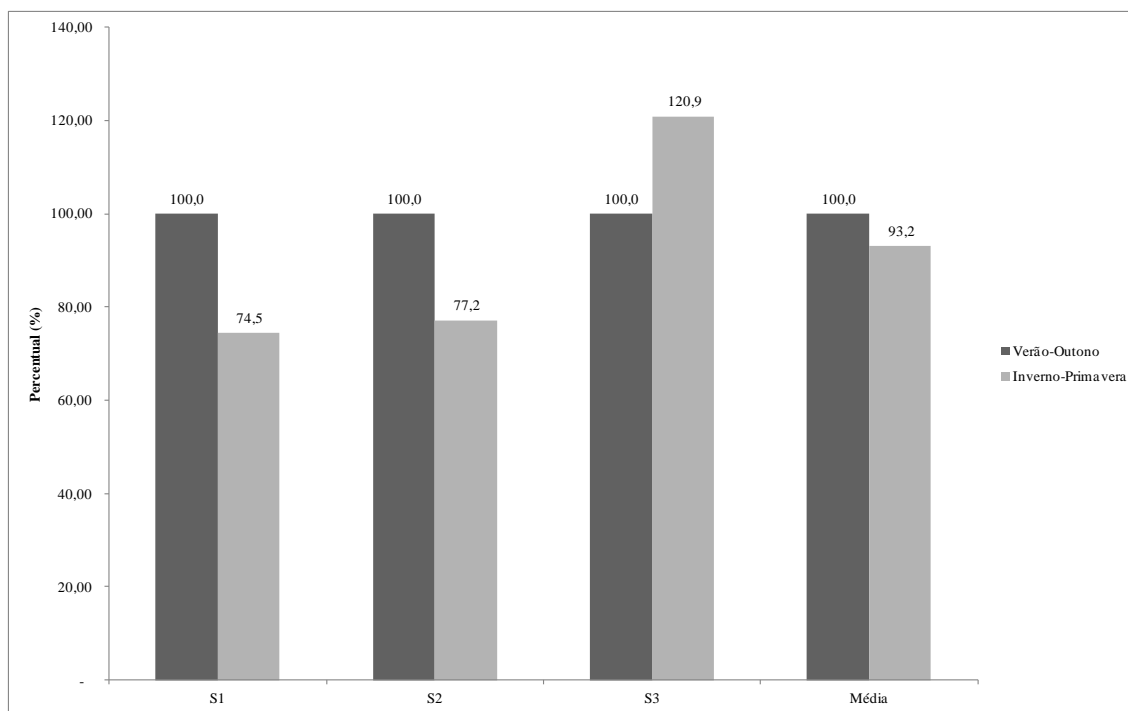


Figura 6. Participação do Acúmulo de Forragem de Outono-Inverno em relação à Primavera-Verão nos Sistemas de Produção, no ano de avaliação.

Os meses de verão e primavera foram aqueles em que se mantiveram as maiores cargas animais e os maiores GMD (Tabela 5). Estes meses foram os que tiveram maior quantidade de água disponível para as plantas. Os GMD dos sistemas foram maiores durante a primavera possivelmente devido aos menores teores de FDN (Tabela 2) na pastagem, podendo ter refletido em maior consumo e desempenho animal. Por outro lado o menor desempenho ocorreu durante os meses de outono, que apresentou os maiores teores de FDN, diminuindo o consumo de forragem pelos animais. No período de outono, ocorre o florescimento e frutificação das espécies de verão, com o conseqüente aumento dos teores de fibras nas plantas. O sistema S2 foi aquele que apresentou os maiores valores em relação ao desempenho animal. Foi neste sistema onde ocorreram as maiores cargas animais médias e os maiores GMD. Estes parâmetros tiveram reflexo na produção total por área (PTa).

Tabela 5. Carga animal (kg PV/ha) e Ganho médio diário (kg PV/animal/dia) conforme o sistema de produção e a estação do ano.

Efeitos Principais	Carga Animal (kg PV/ha)	GMD (Kg PV/animal/dia)
Sistemas		
S1	494,2±146,6*	0,78±0,37*
S2	1.007,9±350,6	0,83±0,59
S3	820,4±194,4	0,74±0,51
Estações do ano		
Verão	898,1±346,7	0,69±0,34
Outono	700,0±162,0	0,41±0,33
Inverno	549,8±152,9	0,51±0,28
Primavera	878,7±390,1	1,32±0,44

* Desvio Padrão da Média.

A carga animal também pode ser considerada alta em relação às pesquisas realizadas no Estado do Rio Grande do Sul, suportando mais de 1000 kg PV/ha com desempenho animal maiores de 1,32 kg PV/animal/dia, durante a primavera. Aguinaga et al. (2005), Rocha et al.(2011) e Terra Lopes et al. (2008) publicaram resultados de trabalhos realizados na região norte do estado, onde as cargas médias utilizadas foram acima de 1200 kg PV/ha, no entanto com produções anuais de peso vivo entre 500-600 kg PV/ha, menores que as apresentadas aqui (772 kg PV/ha no sistema S2). Ferreira et al. (2011) relata cargas de 765 kg PV/ha (1,7 UA/ha) e produção anual de 310 kg PV/ha produções menores que do sistema S1 (Figura 7). Fumagalli (2008) trabalhando na Argentina, com pastagem de inverno e verão irrigadas, utilizando bezerros em cargas de 350 kg PV/ha e 490 kg PV/ha, obtiveram ganhos médios diários de 0,641 kg e 0,593

kg por animal, e produções de 585 e 756 kg PV/ha, para cada uma das cargas animais, respectivamente, resultados muito semelhantes aos aqui relatados (Tabela 5 e Figura 7).

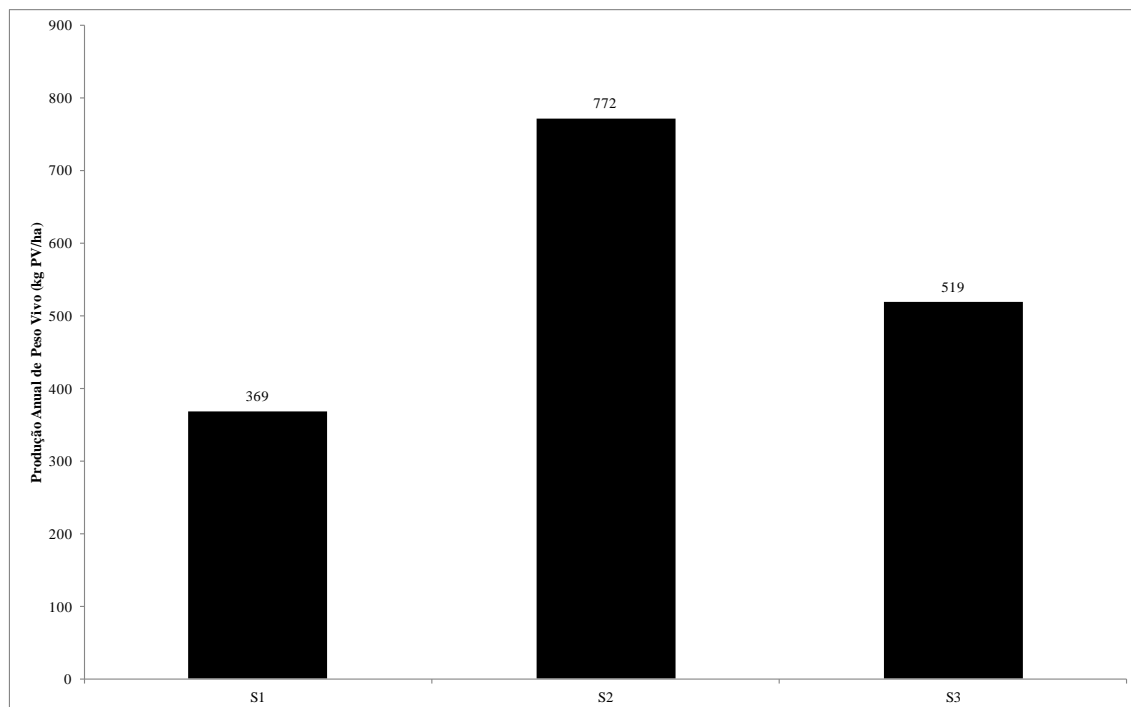


Figura 7. Produção anual de peso vivo em hectares (PTa) nos diferentes Sistemas de Produção.

Quando a irrigação foi utilizada houve aumento da disponibilidade de água para as plantas. Este fator, provavelmente, possibilitou aumentos no AF e no CP, o que permitiu a utilização das pastagens com maiores cargas animais médias.

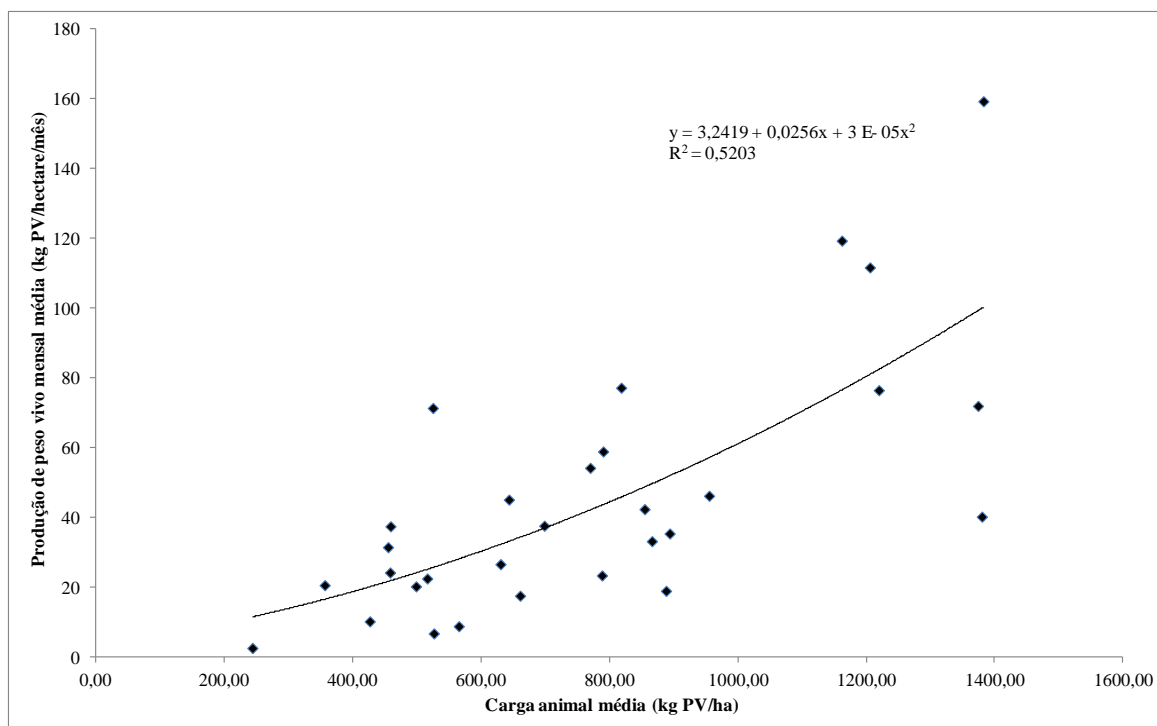


Figura 8. Correlação entre Carga animal e a produção de peso vivo mensal média (PTm) ganho por hectare.

A Figura 8 demonstra a correlação entre a carga animal e a produção de peso vivo mensal média (PTm). Na medida em que a carga animal aumentou teve-se maior PTm. Esta correlação não apresentou ponto de inflexão, podendo representar que o potencial produtivo não foi atingido.

Como apresentado anteriormente, a capacidade de suporte, tem sido considerada determinante para a intensificação da produção de bovinos de corte e os dados apresentados demonstram ser possível a utilização da irrigação como opção tecnológica, principalmente, quando considera-se as características edafoclimáticas da FO. Neste sentido, os resultados deste trabalho demonstraram que na medida que a carga animal aumentou, a produção total por área (PTm) também aumentou (Figura 8)

A irrigação diminuiu a estacionalidade e no S3 ela foi alterada, sendo que o período de inverno-primavera teve acúmulos superiores ao período de verão-outono. A

contribuição que os sistemas de irrigação trouxeram para estas produções possivelmente foi no aumento do acúmulo de forragem. Com isto, foi possível aumentar a carga e a intensificação da produção.

4. Conclusão

A utilização da irrigação permitiu aumento da produção de MS e por consequência a utilização de maiores cargas animais refletindo em aumento da produção por área. Desta forma a irrigação de pastagens é uma ferramenta que pode trazer a intensificação da produção de bovinos de corte.

A irrigação promoveu produções diferentes para cada sistema de produção, devido à utilização de diferentes configurações produtivas e da gestão dos recursos disponíveis.

A estacionalidade da produção forrageira diminuiu com a utilização da irrigação, e em consequência pode-se ter uma produção menos instável durante o ano.

5. Agradecimentos

Agradecemos a CAPES- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior- pela concessão de bolsa de estudo e a Associação Rural de Uruguaiana pelo fomento desta pesquisa.

6. Referências

Aguiar, A.P.A., Almeida, B.H.P.J.F., Reis, G.S. et alli. 2002. Produtividade de

carne em sistemas intensivos de pastagens de Mombaça, Tanzânia e Tifton-85 na região do Cerrado (compact disc). Anais... Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39, Recife, PE, Brasil.

Aguinaga, A.A.Q., Carvalho, P.C. De F., Anghinoni, I., Santos, D.T. Dos, Freitas, F.K. De, Lopes, M.T. 2006. Produção de novilhos superprecoces em pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes alturas de manejo. Rev.Bras.Zootecn., v.35, p.1765-1773.

Alvim, M.J., Botrel, M.A., Novelly, P.E. 1986. Produção de gramíneas tropicais e temperadas, irrigadas na época da seca. Rev.Bras.Zootecn., v. 15, n.5, p. 384 – 392.

Barbosa, C.M.P., Carvalho, P.C.F., Cauduro, G.F. et al. 2007. Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo. Rev.Bras. Zootecn. , v.36, n.6, p.1953-1960(supl).

Barcellos, J.O.J., Suñe, Y.B.P., Semmelmann, C.E.N.A. et al. 2004. Bovinocultura de corte frente a agriculturização no Sul do Brasil. . Anais... XI Ciclo de Atualização em Medicina Veterinária. CAMEV, Centro Agroveterinário de Lages, Lages. p. 1-27.

BRASIL. 2009. ANA, Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Disponível em: www.ana.gov.br. Acessado em 22/12/2011.

Cardoso, G. C. 2001. Alguns fatores práticos da irrigação de pastagens. Anais...: II Simpósio de produção de gado de corte, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. p. 243-260.

Coelho, R.W., Rodrigues, R.C., Reis, J.C.L.. 2002. Rendimento de forragem e composição bromatológica de quatro leguminosas de estação fria. Comunicado Técnico 78. Embrapa Clima Temperado, Pelotas.p.1-3.

Corrêa, L.A., Pott, E.B., Cordeiro, C.A. , 2001.Integração de pastejo e uso de silagem de capim na produção de bovinos de corte. Anais... II Simpósio de produção de gado de Corte, Viçosa. p. 1-20.

Corsi, M., Martha Jr, G.B. 1998. Manejo de pastagens para produção de carne e leite. Anais... Simpósio sobre manejo de pastagens, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, Piracicaba. p.55-84.

Deker, A. P. 1992. Manejo da irrigação de culturas de sequeiro. In.: Marcantonio, G (Ed.). Solos e irrigação. Editora da Universidade/UFRGS, Porto Alegre, p.107-109.

Esteves, S. N., Schiffer, E. A., Novo, A. L. M.1998. Produção de bovinos de corte em manejo intensivo de pastagem. Anais... Simpósio sobre Produção Intensiva de Gado de Corte, Campinas-SP. Campinas: CBNA, 1998, p. 11-21.

Euclides, V.P.B., Euclides Filho, K., Costa, F.P., Figueiredo, G.R. 2001.

Desempenho de novilhos F1s Angus-Nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. *Rev. Bras. Zootecn.* v. 30, n.2, p.451-462.

EMBRAPA. 1999. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Ed. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 412pp.

Ferreira, E.T., Nabinger, C., Elejalde, D.A.G., Freitas, A.K., Schmitt, F., Tarouco, J.U. 2011. Terminação de novilhos de corte Angus e mestiços em pastagem natural na região da Campanha do RS. *R. Bras. Zootecn.*, v.40, n.9, p.2048-2057.

Freitas, G.A.E., López, J., Prates, E.R. 1976. Produtividade da matéria seca, proteína digestível e nutrientes digestíveis totais em pastagem nativa do Rio Grande do Sul. *Anuário Técnico do Instituto de Pesquisa Zootécnica “Francisco Osório”*. Porto Alegre, v.3, p.454-503.

Fumagalli, A.E. 2008. Producción de forraje y carne en pasturas bajo riego. *Rev. Arg. Prod. Anim.* v.28, n. 2, p.127-131.

Graham, P.H., Vance, C.P. 2003. Legumes: Importance and Constraints to Greater Use. *Plant Physiol.*, v. 131, p. 872–877.

Gibson, P.B., Holowell, E.A. 1966. White clover. *Agriculture Handbook*, Washington, 33pp.

Guss, A., Gomide, J.A., Novais, R.F. 1990. Exigências de fósforo para estabelecimento de quatro leguminosas forrageiras em solos com distintas características físico químicas. Rev.Bras. Zootecn., v.19, p.450-458.

Haynes, R.J.; P.H. Williams. 1993. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. Adv.Agron., v.49, p.119-199.

INMET. 2009. Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990. Andrea Malheiros Ramos, Luiz André Rodrigues dos Santos, Lauro Tadeu Guimarães Fortes (Eds). Editora Brasília, Brasília, 465p.

Köppen,W.1931.Climatologia. México, Fundo de Cultura Econômica.

Lemaire, E., Chapman, D.1996. Tissue flows in grazed plant communities. In:Hodgson, I., Illius, A.W. (Eds.) The ecology and management of grazing systems. CAB International, Wallingford. p.3-36.

Lemaire, G., Agnusdei, M., 2000. Leaf Tissue Turnover and Efficiency of Herbage Utilization. In.: Lemaire, G., Hodgson, J., Moraes, A. de, Nabinger, C., Carvalho, P.C.F. (Eds). Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. Cabi Publishing, London, p.265-287.

Marques, P.R., Barcellos, J.O.J , Pimentel, C. M., Oiagen, R., Borges, J. B., Collares, F. C., M.E.A, Canozzi, Lampert, V. 2011. Competitiveness of beef farming In Rio Grande do Sul State, Brazil. Agr. Syst., v. 104, p. 689-693.

Menegaz, A.L., Lobato, J.F.P., Pereira, A.C.G. 2008. Influência do manejo alimentar no ganho de peso e no desempenho reprodutivo de novilhas de corte Rev. Bras. Zootecn., v.37, n.10, p.1844-1852.

Mertens, D.R. 1992. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: Simpósio Internacional de Ruminantes, Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 29. Anais... Lavras, S.B.Z. p.188-219.

Mertens, D.R. 1995. Comparing forage sources in dairy rations containing similar neutral detergent fiber concentrations. In: U.S. Dairy Forage Research Center. Research Summaries. USDA, ARS. p.87-90.

Monteiro, R.B., Cruz, G.D., Myers, D.M., Maas, J., Oltjen, J.W., Sainz, R.D. 2006 Alternative supplementation strategies for replacement beef heifers grazing dry California foothills annual range or irrigated pasture during summer. Proceedings... Western Section, American Society of Animal Science. v. 57, p. 143-145.

Moore, G., Sanford, P., Wiley, T. 2006, Perennial pastures for Western Australia. Department of Agriculture and Food of Western Australia, Bulletin 4690, Perth. 250pp.

Moojen, E.L., Maraschin, G.E. 2002. Potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a níveis de oferta de forragem. Cienc. Rural, Santa Maria, v.32, n.1, p.127-132.

Myers, R. J. K.; Palm, C. A.; Cuevas, E.; Gunatilleke, I. U. N.; Brossard, M. 1994. The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand. In: Woome, P. L.; Swift, M. J. (Eds.). The biological management of tropical soil fertility. John Wiley, Chichester. p. 81-116.

Mott, G.O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. Proceedings...International Grassland Congress, 8., Reading.: University of Reading, p.606-611.

NRC -National Research Council. 2000. Nutrient requirements of beef cattle. Ed. National Academy Press, Washington, D.C. 242pp.

Paim, N., Riboldi, J. 1994. Duas novas cultivares de Trevo Branco comparadas com outras disponíveis no Rio Grande do Sul, em associação com gramíneas. *Pesq.Agropec.Bras*, Brasília, v.29, n.1, p.43-53.

Pötter, B.A.A., Lobato,J.F.P. 2004.Efeitos de Carga Animal, Pastagem Melhorada e da Idade de Desmame no Comportamento Reprodutivo de Vacas Primíparas. *R. Bras. Zootecn.*, v.33, n.1, p.192-202.

Prates, E.R. 2007. Técnicas de pesquisa em nutrição animal. Ed. UFRGS, Porto Alegre. 414pp.

Ramos, A. M.; Santos, L. A. R.; Fortes; L. T. G. 2009. Normais climatológicas do Brasil 1961-1990. Brasília: INMET. 465 p.

Rassini, J.B. 2002. Avaliação da resposta das forrageiras Tanzânia (*Panicum maximum*) e Capim Elefante (*Pennisetum purpureum*) à irrigação, na região Sudeste do Brasil. Anais... Reunião anual da Sociedade Brasileira Zootecnia, 39. Recife. p.1569.

Rocha, L.M., Carvalho, P.C.F., Baggio, C., Anghinoni, I., Terra Lopes, M.L., Macari, S., Silva, J.L.S. 2011. Desempenho e características das carcaças de novilhos superprecoces em pastos hibernais submetidos a intensidades de pastejo. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.46, n.10, p.1379-1384.

Silva, H. R. da, Marouelli, W. A., Christofidis, D. 2010. Situação da irrigação no Brasil. In: El riego en los países del Cono Sur: IICA, PROCISUR. Montevideo. p. 51-64.

Siqueira, J.O., Franco, A.A. 1988. Biotecnologia do Solo- Fundamentos e Tecnologia. Ed. MEC/ESAL/FAEPE/ABEC, Brasília. 130 pp.

Taiz, L.; Zeiger, E. 2009. Fisiologia vegetal. Ed. Artmed, Porto Alegre. 819p.

Terra Lopes, M.L., Carvalho, P.C.F., Anghinoni, I., Santos, D.T. dos, Kuss, F., Freitas, F.K de., Flores, J.P.C. 2008. Sistema de integração lavoura-pecuária: desempenho e qualidade da carcaça de novilhos superprecoces terminados em pastagem de aveia e azevém manejada sob diferentes alturas. Cienc. Rural, v.38, n. 1, p.178-184.

Thorthwaite,C.W., Mather, J.R. 1955. The water balance: Publications in Climatology. Drexel Institute of Technology, New Jersey. 104pp.

UNESCO, 1982. Guia metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur, Montevideo. 147pp.

SAS®, 1999. SAS OnlineDoc, Versión 8. Cary, NC: SAS Institute Inc.
Disponível em: <<http://v8doc.sas.com/sashtml/>>.

CAPÍTULO III

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A irrigação de pastagens é uma ferramenta muito importante para o aumento da produção nos sistemas de produção de bovinos de corte, uma vez que é capaz de aumentar a capacidade de suporte possibilitando que se utilizem mais intensivamente os recursos disponíveis nos estabelecimentos rurais.

Os sistemas produção com irrigação acabam por determinar uma nova dinâmica de crescimento das plantas e de pastejo pelos animais, onde os ajustes devem ser mais frequentes, para que os potenciais de produção possam ser atingidos. Algumas evidências, de experiências na região central do país, determinam que o pastejo rotacionado, é aquele método de pastejo que pode explorar estas potencialidades. Outro fator que deve ser encarado, diz respeito a adubação. Uma vez que a dinâmica de crescimento do pasto e do pastejo, se alteram, aumentando sua velocidade, torna imperativo que ajustes na adubação da pastagem e no monitoramento da fertilidade e disponibilidade de nutrientes no solo, também sejam mais frequentes. Desta forma a adubação deve ser em menores doses e em maior número de aplicações.

Em relação às plantas forrageiras fica a impressão de que em sistemas com irrigação, existe a necessidade de busca de novos cultivares,

melhores adaptados a esta condição e que tenham potencial de produção maiores. Os sistemas aqui apresentados optaram, por utilizar forrageiras de clima temperado. Existe, no entanto uma discussão, de qual a melhor opção de plantas forrageiras para sistemas irrigados? Pastagens de clima tropical, que permitem o aumento da capacidade de suporte, aumentando as cargas animais, podendo chegar a 10 UA por hectare, intensificando a produção, e terminando animais para o abate com a utilização de suplementação? Ou a utilização de plantas forrageiras de clima temperado, que podem suprir os déficits de oferta de forragem durante o inverno, que apresentam qualidade nutricional melhor que as tropicais, mas, que no entanto não produzem tanto quanto as plantas de clima tropical? O ideal seria termos plantas de alta produção durante o ano todo e com qualidade. Esta resposta deve ser dada pela pesquisa, com experimentação nas diversas regiões, para que se identifiquem quais as plantas e as variedades que melhor se adaptam a estas regiões.

Portanto existe a necessidade de aprofundamento deste tema, já que esta nova realidade exige que maior conhecimento sobre o assunto seja discutido e apropriado.

Fica a expectativa de que novos trabalhos de pesquisa sejam realizados no que tange o aumento da produtividade das forrageiras existentes e o desenvolvimento de novas variedades que respondam de forma adequada e eficiente os recursos utilizados, aumentando a rentabilidade da produção e promovendo maior renda para a atividade pecuária.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. P. A. et al. Produtividade de carne em sistemas intensivos de pastagens de Mombaça, Tanzânia e Tifton-85 na região do Cerrado (compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2002.

AGUINAGA, A. A. Q. et al. Produção de novilhos superprecoces em pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes alturas de manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 1765-1773, 2006.

ALLEN, V. G. et al. Integrated irrigated crop-livestock systems in dry climates. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, p. 346-360, 2007.

ALENCAR, C. A. B. Pastagem e cana-de-açúcar, irrigados por aspersão de baixa pressão. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 2001, Santa Maria. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. p. 234-242.

ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A.; NOVELLY, P. E. Produção de gramíneas tropicais e temperadas, irrigadas na época da seca. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 15, n. 5, p. 384-392, 1986.

ALVIM, M. J. et al. Efeito da irrigação e da integração entre pastagens de setária e de azevém anual sobre a produção de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 4, p. 545-554, 1993.

ANA - Agência Nacional das Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. 2009. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 22 dez. 2011.

AZEVEDO, L. P. de; SAAD, J. C. Irrigação de pastagens via pivô central na bovinocultura de corte. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 492-503, out./dez.2009.

BARBOSA, C. M. P. et al. Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1953-1960, 2007. Suplemento.

BARCELLOS, J. O. J. et al. Bovinocultura de corte frente a agriculturização no Sul do Brasil. In: CICLO DE ATUALIZAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA – CAMEV, 11., 2004, Lages. **Anais...** Lages, 2004. p. 1-27.

BARCELLOS J. O. J. et al. Taxas de prenhez em novilhas de corte acasaladas aos 18 e 24 meses de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, p. 1168-1173, 2006.

BARCELLOS, J. O. J. **Sistemas de produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, 2010. Anotações de aula.

BERETTA, V.; LOBATO, J. F. P. Sistema "Um Ano" de produção de carne: avaliação de estratégias alternativas de alimentação hiberna de novilhas de reposição. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 157-163, 1998.

BERETTA, V.; LOBATO, J. F. P.; MIELITZ NETO, C. G. Produtividade e eficiência biológica de sistemas de recria e engorda de gado de corte no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 696-706, 2002.

CANELLAS L. C. et al. Estimativa de custos de três sistemas alimentares para a recria de novilhas acasaladas aos 18 meses de idade. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 38, n. 1, p. 1-10, 2010.

CARDOSO, E. G. **Confinamento de bovinos**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/naoseriadas/cursosuplementacao/confinamento/>>. Acesso em: 06 abr. 2011.

CARDOZO, G. C. Alguns fatores práticos da irrigação de pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2001. p. 243-260.

CARVALHO, S. R. et al. Influência da irrigação e da adubação em dois cultivares de capim elefante (*Penisetum purpureum*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira Série Zootecnia**, Rio de Janeiro, v. 10, p. 23-30, 1975.

CEZAR, I. M. et al. **Sistema de produção de gado de corte no Brasil**: uma descrição com ênfase no regime alimentar. Campo Grande: Embrapa Gado de

Corte, 2005. (Documento, 151).

COPOCK, L. et al. Intensifying beef production on Utah private land: productivity, profitability, and risk. **Rangeland Ecology & Management**, Wheat Ridge, v. 65, p. 253-267, 2009.

COELHO, R. W.; RODRIGUES, R. C.; REIS, J. C. L. **Rendimento de forragem e composição bromatológica de quatro leguminosas de estação fria**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 1-3. (Comunicado Técnico, 78).

CORRÊA, L. A.; POTT, E. B.; CORDEIRO, C. A. Integração de pastejo e uso de silagem de capim na produção de bovinos de corte. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2001. p. 1-20.

CORRÊA, E. S. et al. **Sistema semi-intensivo de produção de carne de bovinos nelores no Centro-Oeste do Brasil**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 49 p. (Documentos, 95).

CORSI, M. Parâmetros para intensificar o uso de pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. **Bovinocultura de corte: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 209-230.

CORSI, M.; MARTHA JR., G. B. Manejo de pastagens para produção de carne e leite. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1998. p. 55-84.

CORSI, M.; SILVA, S. C.; FARIA, V. P. Princípios de manejo do capim-elefante sob pastejo. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 192, p. 36-43, 1998.

CRESPI, R. et al. Comportamiento hídrico y eficiencia del uso del agua en una pastura consociada. **Ingeniería Del Agua**, Valencia, v. 8, n. 4, p. 433-440, 2001.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Sistema intensivo de produção de pastagens. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, CBNA – AMENA, 2., São Paulo, 2006. **Anais...** São Paulo, 2006. p. 1-31.

DEKER, A. P. Manejo da irrigação de culturas de sequeiro. In.: MARCANTONIO, G. (Ed.). **Solos e irrigação**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1992. p.107-109.

DRUMOND, L. C. D. Irrigação de pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Simcorte, 2008. p. 307-320.

DRUMOND, L. C. D.; FERNANDES, A. L. T. Viabilidade econômica de irrigação de pastagem. **Revista ABCZ**, Uberaba, n. 1, 2001.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

ESTEVES, S. N.; SCHIFFER, E. A.; NOVO, A. L. M. Produção de bovinos de corte em manejo intensivo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1998. p. 11-21.

EUCLIDES FILHO, K. **A pecuária de corte no Brasil: novos horizontes, novos desafios**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1997. 28 p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 69).

EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V. P. B. Desenvolvimento recente da pecuária de corte brasileira e suas perspectivas. In: PIRES, A. V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010. p. 11-38. v. 1.

EUCLIDES FILHO, K. **Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo-ambiente-mercado**. Campo Grande: Embrapa - CNPGC, 2000. 61 p. (Documentos, 85).

EUCLIDES, V. P. B. et al. Desempenho de novilhos F1s Angus-Nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 451-462, 2001.

EUCLIDES, V. P. B. Produção intensiva de carne bovina em pasto. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa. **Anais...** Simcorte: Viçosa, 2001. p. 55-82.

FARIA, V. P. Medidas para o aumento da eficiência de produção de carne bovina. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. **Bovinocultura de corte: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1993. p.347-360.

FERREIRA, E. T. e al. Terminação de novilhos de corte Angus e mestiços em pastagem natural na região da Campanha do RS. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 9, p. 2048-2057, 2011.

FRANSEN, S.; SMITH, S.; SMITH, J. **Managing irrigated pastures and grass hay land**. Washington: Washington State University Cooperative Extension. Drought Advisory, 2001. p. 2.

FREITAS, G. A. E.; LÓPEZ, J.; PRATES, E. R. Produtividade da matéria seca,

proteína digestível e nutrientes digestíveis totais em pastagem nativa do Rio Grande do Sul. **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisa Zootécnica “Francisco Osório”**, Porto Alegre, v. 3, p. 454-503, 1976.

FUMAGALLI, A. E. Producción de forraje y carne en pasturas bajo riego. **Revista Argentina de Producción Animal**, Buenos Aires, v. 28, n. 2, p. 127-131, 2008.

GALLAGHER, S. et al. **Profitability of irrigation**. South Perth: Department of Agriculture, 2005. (Dairynotes, 13).

GHELFI FILHO, H. **Efeito da irrigação sobre a produtividade do capim elefante (*Penissetum purpureum* Jacq.) variedade Napier**. 1972. 77f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

GHELFI FILHO, H. Efeito da irrigação sobre o capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq.). **O Solo**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 12 – 15, 1976.

GHELFI FILHO, H. Observação sobre o capim *Brachiaria decumbens*, irrigado na época de verão e inverno. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 53, n. 3, p. 167-170, 1978.

GRAHAM, P. H.; VANCE, C. P. Legumes: importance and constraints to greater use. **Plant Physiology**, Waterbury, v. 131, p. 872–877. 2003.

GIBSON, P. B.; HOLOWELL, E. A. **White clover**. Washington: Agriculture Handbook, 1996. 33 p.

GUSS, A.; GOMIDE, J. A.; NOVAIS, R. F. Exigências de fósforo para estabelecimento de quatro leguminosas forrageiras em solos com distintas características físico químicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 19, p. 450-458, 1990.

HAYNES, R. J.; WILLIAMS, P. H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 49, p. 119-199, 1993.

HULL, J. L.; MEYER, J. H.; LOFGREEN, G. P. Effect of recovery interval of irrigated forage on the performance of grazing steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 19, p. 981-990, 1960.

HULL, J. L.; MEYER, J. H.; KROMANN, R. Influence of stocking rate on animal and forage production from irrigated pasture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 20, p. 46-52, 1961.

HULL, J. L. et al. Further studies on the influence rate on animal and forage production from irrigated pasture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.

24, p. 697-704, 1965.

HULL, J. L.; MEYER, J. H.; RAGUSE, C. A. Rotation an Continuous Grazing on Irrigated Pasture Using Beef Steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 26, p. 1160-1164, 1967.

HULL, J. L.; RAGUSE, C. A.; HENDERSON, D. W. Further studies on continuous and rotational grazing of irrigated pasture by yearling beef steers an heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 32, p. 984-988, 1971.

IBGE. **Produção da Pecuária Municipal (PPM)**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/tabelas_pdf/tab03.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2011.

IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/index.php?principal=1&secao=999&id=120&menuP=120&key=3>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica, 1931.

LADEIRA, N. P. et al. Estudos sobre a produção e irrigação dos capins pangola, sempre verde e gordura, durante o ano de 1965. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 13, n. 74, p. 105–116, 1966.

LEMAIRE, E.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, I.; ILLIUS, A. W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CABI, 1996. p. 3-36.

LEMAIRE, G., AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In.: LEMAIER, G. et al. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. London: CABI, 2000. p. 265-287.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. In: FREITAS, M. A. V. de (Org.). **O estado das águas no Brasil: perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos**. Brasília: ANEEL/MME/MMA-SRH/OMM/PNUD, 1999. p. 73-82.

LIPPKE, H.; HABY, V. A.; PROVIN, T. L. Irrigated annual ryegrass responses to nitrogen and phosphorus on calcareous soil. **Agronomy Journal**, Madison, v. 98, p. 1333-1339, 2006.

LOPES, R. S. et al. Efeito da Irrigação e Adubação na Disponibilidade e Composição Bromatológica da Massa Seca de Lâminas Foliares de Capim-Elefante. **Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 20-29, 2005.

MARCELINO, K. R. A. et al. Efeito da adubação nitrogenada e da irrigação

sobre a produtividade e índice de área foliar de duas gramíneas cultivadas no cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 230-231.

MARQUES, P. R. et al. Competitiveness of beef farming in Rio Grande Do Sul State, Brazil. **Agricultural Systems**, Essex, v. 104, p. 689-693, 2011.

MAYA, F. L. A. **Produtividade e viabilidade econômica da recria e engorda de bovinos em pastagens adubadas intensivamente com e sem o uso da irrigação**. 2003. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MENEGAZ, A. L.; LOBATO, J. F. P.; PEREIRA, A. C. G. Influência do manejo alimentar no ganho de peso e no desempenho reprodutivo de novilhas de corte **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 10, p. 1844-1852. 2008.

MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., Lavras, 1992. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p. 188-219.

MONTANHOLI, Y. R. et al. Ganho de peso na recria e desempenho reprodutivo de novilhas acasaladas com sobreano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 39, p. 1253-1259, 2004.

MONTEIRO, R. B. et al. Alternative supplementation strategies for replacement beef heifers grazing dry California foothills annual range or irrigated pasture during summer. **Proceedings - Western Section, American Society of Animal Science**, Champaign, v. 57, p. 143-148, 2006.

MOORE, G.; SANFORD, P.; WILEY, T. **Perennial pastures for Western Australia**. Perth: Department of Agriculture and Food of Western Australia, 2006. 250 p. (Bulletin, 4690).

MOOJEN, E. L.; MARASCHIN, G. E. Potencial produtivo de uma pastagem nativa do rio grande do sul submetida a níveis de oferta de forragem. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 127-132, 2002.

MOTT, G. O. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 8., 1960, Reading. **Proceedings...** Reading: University of Reading, 1960. p. 606-611.

MYERS, R. J. K. et al. The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand. In: WOOMER, P. L.; SWIFT, M. J. (Ed.). **The biological management of tropical soil fertility**. Chichester: John Wiley, 1994. p. 81-116.

NICHOLS, J. T.; SANSON, D. W.; MYRAN, D. D. Effect of grazing strategies and pasture species on irrigated pasture beef production. **Journal of Range Management**, Denver, v. 46, p. 65-69, 1993.

NRC - National Research Council. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington: NCR, 2000. 242 p.

PAIM, N.; RIBOLDI, J. Duas novas cultivares de Trevo Branco comparadas com outras disponíveis no Rio Grande do Sul, em associação com gramíneas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 43-53, 1984.

PAULINO, M. F. et al. Bovinocultura de precisão em pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 5., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Simcorte, 2006. p. 361-412.

PIEPER, R.; COOK, C. W.; HARRIS, L. E. Effect of intensity of grazing upon nutritive content of the diet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 18, p. 1031, 1959.

PÖTTER, L.; LOBATO, J. F. P.; MIELITZ NETTO, C. G. A. Análises econômicas de modelos de produção para novilhas de corte primíparas aos dois, três e quatro anos de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 821-870, 2000.

PÖTTER B. A. A.; LOBATO J. F. P. Desempenho e características quantitativas de carcaça novilhos Braford desmamados aos 100 ou 180 dias de idade e abatidos aos 13-14 meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, p. 1220-1226, 2003.

PÖTTER, B. A. A.; LOBATO, J. F. P. Efeitos de carga animal, pastagem melhorada e da idade de desmame no comportamento reprodutivo de vacas primíparas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 192-202, 2004.

PRATES, E. R. **Técnicas de pesquisa em nutrição animal**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2007. p. 414.

RAMOS, A. M.; SANTOS, L. A. R.; FORTES; L. T. G. **Normais climatológicas do Brasil 1961-1990**. Brasília: INMET, 2009. 465 p.

RASSINI, J. B. Avaliação da resposta das forrageiras Tanzânia (*Panicum maximum*) e Capim Elefante (*Pennisetum purpureum*) à irrigação, na Região Sudeste do Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 1569.

RASSINI, J. B. Período de estacionalidade de produção de pastagens irrigadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 8, p.

821-825, 2004.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; PEREIRA, J. R. A. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. F. (Org.). **Produção de bovinos a pasto**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1997. p. 123-150.

RESTLE J. et al. Manipulação da altura de corte da planta de milho (*Zeamays*, L.) para ensilagem visando a produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, p. 1235-1244, 2002.

RIBEIRO, E. G. et al. Influência da irrigação durante as épocas seca e chuvosa na taxa de lotação, no consumo e no desempenho de novilhos em pastagens de capim-elefante e capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 9, p. 1546-1554, 2008.

ROCHA, L. M. et al. Desempenho e características das carcaças de novilhos superprecoces em pastos hibernais submetidos a intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 10, p. 1379-1384, 2011.

ROCHA, M. G.; LOBATO, J. F. P. Sistemas de alimentação pós-desmama de bezerras de corte para acasalamento com 14/15 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1814-1822, 2002.

SAS Institute. **SAS onlinedoc**: versão 8. Cary: SAS Institute, 1999. Disponível em: <<http://v8doc.sas.com/sashtml/>>. Acesso em: 22 nov. 2011

SEMMELMANN, C. E. N.; LOBATO, J. F. P.; ROCHA, M. G. Efeito de sistemas de alimentação no ganho de peso e desempenho reprodutivo de novilhas Nelore acasaladas aos 17/18 meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, p. 835-843, 2001.

SILVA, M. L. et al. Efeito da idade de corte sobre a produtividade de matéria verde do capim Angola (*Brachiaria mutica* (FOSK.), STAPF.), sob irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: CBNA, 2008.

SILVA, H. R. da; MAROUELLI, W. A.; CHRISTOFIDIS, D. Situação da irrigação no Brasil. In: EL RIEGO en los países del Cono Sur / IICA, PROCISUR. Montevideo: IICA, 2010. p. 51-64.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biotechnologia do solo**: fundamentos e tecnologia. Brasília: MEC/ESAL/FAEPE/ABEC, 1988. 130 p.

SHEWMAKER, G. E.; ELLSWORTH, J. W.; JENSEN, S. **Southern Idaho fertilizer guide**: irrigated pastures. Moscow: University of Idaho Extension, 2009. p. 5.

STOCKLE, C. O. **Environmental impact of irrigation**: a review. Washington: State of Washington Water Research Center, 2001. p. 15. Disponível em: <<http://www.swwrc.wsu.edu/newsletter/fall2001/IrrImpact2.pdf>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TERRA LOPES, M. L. et al. Sistema de integração lavoura-pecuária: desempenho e qualidade da carcaça de novilhos superprecoces terminados em pastagem de aveia e azevém manejada sob diferentes alturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 178-184, 2008.

THORTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**: publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p.

UNESCO. **Guia metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur**. Montevideo, 1982. 147 p.

VIEIRA, D. B. **Técnicas de irrigação**. São Paulo: Globo Rural, 1989. 263 p. (Coleção do Agricultor).

7. VITA

Luiz Antonio Vieira Queiroz Filho, filho de Luiz Antonio Vieira Queiroz e Maria Tereza Bom Queiroz, é brasileiro, nascido em Uruguaiana, estado do Rio Grande do Sul, no dia 01 de Agosto de 1978

De 1985 a 1989 estudou na Escola Estadual de 1º Grau Romaguera Corrêa e do ano 89 a 1995 estudou no Colégio Sant'Ana, duas instituições de ensino de sua cidade natal.

Em 2003, ingressou no curso de Agronomia, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Durante a graduação, realizou diversos estágios extra-curriculares na área de bovinocultura de corte, em propriedades particulares, instituições e empresas privadas. Concluiu a graduação em julho de 2009.

Em março de 2011, iniciou o curso de mestrado no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Agronomia da UFRGS, como bolsista da CAPES.

8.APÊNDICE I

1.Chuvas e regas dos sistemas de produção para os meses de avaliação

Mês	S1		S2		S3	
	Chuva	Rega	Chuva	Rega	Chuva	Rega
SET/2011	80,00	18,00	166,00	48,00	104,00	
OUT/2010	56,00	18,00	72,00	48,00	50,00	76,00
NOV/2010	50,00	63,00	18,00	84,00	4,00	85,50
DEZ/2010	106,00	45,00	144,00	96,00	130,00	85,50
JAN/2011	155,00		54,00	96,00	182,00	85,50
FEV/2011	115,00		182,00	96,00	177,00	85,50
MAR/2011	143,00		95,00	96,00	99,00	19,00
ABR/2011	136,00		73,00	12,00	92,00	9,50
MAIO/2011	116,00		57,00	12,00	103,00	9,50
JUN/2011	73,00		73,00	48,00	96,00	
JUL/2011	69,00		57,00		69,00	9,50
AGO/2011	60,00	9,00	52,00	12,00	80,00	9,50
Total	1159,00	153,00	1043,00	648,00	1186,00	475,00

2.Carga animal, peso médio dos animais e ganho médio diário(GMD) para os sistemas de produção nos meses de avaliação.

	S1			S2			S3		
	Carga animal média	Peso Médio	GMD	Carga animal média	Peso Médio	GMD	Carga animal média	Peso Médio	GMD
OUT/2010	524,87	420,09	1,53	1374,18	319,97	0,84	1161,99	264,03	1,85
NOV/2010	455,02	488,80	1,11	1382,57	343,52	1,79	854,71	310,24	0,83
DEZ/2010	243,73	472,75	0,16	1380,22	394,19	0,41	888,15	335,97	0,35
JAN/2011	790,16	466,48	0,84	1219,67	388,70	0,94	955,23	333,13	0,64
FEV/2011	630,28	490,00	0,68	1205,74	376,80	1,23	769,95	291,00	0,99
MAR/2011							660,75	315,32	0,03
ABR/2011							698,43	302,80	0,89
MAIO/2011	458,89	504,49	0,51	893,80	396,45	0,21	788,33	317,75	0,40
JUN/2011	516,03	534,00	0,58	565,27	429,41	0,19	866,11	320,55	0,45
JUL/2011	498,61	540,00	0,63	526,40	415,87	0,22	426,55	328,38	0,28
AGO/2011	356,36	541,00	0,96	643,38	440,05	0,79			
SET/2011	458,14	550,30	0,91	818,24	476,67	1,70			

3. Parâmetros de qualidade para os sistemas de produção nos meses de avaliação.

	Proteína Bruta(%)			FDN (%)		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Jan	9,2	9,2	11,7	55,4	43,6	37,0
Fev	7,1	9,3	14,7	53,4	47,7	36,3
Mar			17,1			39,9
Abr	10,7	9,5	15,0	54,7	48,1	37,9
Mai	11,4	11,6	19,5	49,3	40,9	40,8
Jun	16,3	11,9	18,7	45,5	39,4	36,6
Jul	12,3	14,7	17,3	45,5	33,0	35,7
Ago	10,6	13,6	20,7	42,5	40,7	35,2
Set	10,5	12,4	16,1	34,3	35,0	38,5
Out	7,3	10,1	10,3	42,1	38,7	38,1
Nov	6,1	9,3	8,6	43,9	39,6	38,4
Dez	5,6	8,5	8,8	59,8	46,4	44,5

4. Medidas de avaliação da produção forragem com massa de forragem inicial (MFI), massa de forragem das gaiolas (MFG), acúmulo de forragem (AF) e crescimento do pasto (CP).

	S1				S2				S3			
	MFI	MFG	AF	CP	MFI	MFG	AF	CP	MFI	MFG	AF	CP
set/11	1183,8	2592,5	1408,7	50,3	1371,7	2286,8	915,1	31,6	2477,8	5518,6	3040,8	112,6
out/10	1777,7	2551,1	773,4	27,6	1124,8	2070,8	946,0	33,8	1694,6	2505,1	810,6	28,9
nov/10	1933,7	2597,3	663,6	23,7	1165,4	1802,6	637,2	18,7	1523,6	2856,5	1332,9	40,4
dez/10	1947,9	2404,6	456,6	13,4	1180,1	1903,0	722,8	22,6	2691,6	3691,3	999,7	29,4
jan/11	1434,2	2230,1	795,9	27,4	1277,9	2996,5	1718,6	57,3	2266,1	3153,5	887,4	29,6
fev/11	1010,8	3492,5	2481,8	70,9	709,9	1884,6	1174,7	34,6	914,3	1757,0	842,8	25,5
mar/11									1372,8	1816,4	443,6	15,3
abr/11	2162,2	2968,2	806,0	29,9	1036,9	1801,5	764,7	27,3	1286,3	3726,4	2440,1	84,1
mai/11	1796,3	3487,5	1691,1	58,3	1283,1	1929,1	646,0	23,9	1284,2	2758,5	1474,2	54,6
jun/11	949,0	2386,6	1437,5	41,1	1265,4	1551,8	286,4	7,7	1306,5	2115,6	809,2	23,1
jul/11	1671,8	1746,0	74,2	1,2	954,6	1293,6	338,9	5,4	1509,9	3016,0	1506,1	23,9
ago/11	838,3	1123,7	285,3	8,4	953,7	1709,2	755,5	21,0	1300,7	2371,7	1071,0	29,8

5. Dados de temperaturas médias máximas e mínimas e precipitações para a norma climatológica 1961-1990 e dados de temperaturas médias máximas e mínimas, soma térmica e radiação solar.

	Normal climatológica 1961-1990			Ano experimental 2010-2011			
	Temperatura (°C)		Precipitações (mm)	Temperatura (°C)		Soma Térmica	Radiação
	Mín.	Máx.		Mín.	Máx.	GD	(kJm ⁻²)
Janeiro	20,10	32,10	159,70	26,08	27,66	699,05	779.935,68
Fevereiro	19,60	31,30	185,60	24,37	25,68	588,65	621.021,69
Março	18,00	29,20	193,60	22,28	23,74	589,44	716.379,68
Abril	14,80	26,20	158,00	19,64	21,13	491,47	519.840,54
Maio	12,30	23,00	125,20	15,66	16,82	379,37	410.859,14
Junho	9,60	19,40	70,20	12,70	13,84	278,12	336.644,17
Julho	10,00	19,70	108,10	11,90	13,14	264,43	433.575,36
Agosto	9,90	20,60	97,00	13,59	14,80	316,08	473.191,96
Setembro	12,00	22,90	126,80	16,71	18,17	403,21	577.456,00
Outubro	14,00	25,70	158,00	18,55	20,00	482,53	596.022,23
Novembro	16,40	28,50	125,70	21,20	22,87	544,33	896.639,91
Dezembro	18,60	31,10	139,50	24,26	25,78	649,52	901.806,02
Média	14,60	25,80	1.647,40	18,91	20,30	5.686,19	7.263.372,39

Tabela 6. Datas de coletas de forragem e das pesagens de animais.

	Coleta de Forragem			Pesagem de animais		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3
OUT/2010	07/10/2010	07/10/2010	08/10/2010	01/10/2010	07/10/2010	11/10/2010
NOV/2010	04/11/2010	04/11/2010	05/11/2010	10/11/2010	04/11/2010	05/11/2010
DEZ/2010	02/12/2010	03/12/2010	02/12/2010	08/12/2010	03/12/2010	02/12/2010
JAN/2011	05/01/2011	04/01/2011	05/01/2011	06/01/2011	04/01/2011	29/12/2010
FEV/2011	03/02/2011	03/02/2011	04/02/2011	15/02/2011	03/02/2011	03/02/2011
MAR/2011	10/03/2011	09/03/2011	09/03/2011	15/03/2011	09/03/2011	07/03/2011
ABR/2011	08/04/2011	07/04/2011	07/04/2011			11/04/2011
MAIO/2011	05/05/2011	05/05/2011	06/05/2011			06/05/2011
JUN/2011	03/06/2011	01/06/2011	02/06/2011	26/05/2011	01/06/2011	02/06/2011
JUL/2011	08/07/2011	08/07/2011	07/07/2011	29/06/2011	08/07/2011	07/07/2011
AGO/2011	05/08/2011	03/08/2011	04/08/2011	28/07/2011	03/08/2011	10/08/2011
SET/2011	08/09/2011	08/09/2011	09/09/2011	24/08/2011	12/09/2011	
OUT/2011	06/10/2011	07/10/2011	06/10/2011	19/09/2011	07/10/2011	

SISTEMAS S1

ESTOQUE INICIAL

CATEGORIA	Inventário Físico		
	Peso Médio	Início do Experimento	
	(kg/cab)	nº animais	peso total (kg)
Novilhos 2-3 anos	450,857	70	31.560
SOMA	450,857	70	31.560

ESTOQUE FINAL

CATEGORIA	Inventário Físico		
	Peso Médio	Início do Experimento	
	(kg/cab)	nº animais	peso total (kg)
Vacas	445,000	27	12.015
Novilhos 2-3 anos	400,599	217	86.930
SOMA	845,599	244	98.945

ENTRADA DE ANIMAIS

DATA	CATEGORIA	QUANTIDADE cab	PESO Kg
01/10/10	Novilhos 2-3A	53	19.886
28/10/10	Vacas	55	25.250
13/11/10	Vacas	16	6.768
06/01/11	Vacas	35	15.147
15/01/11	Vacas	177	77.880
29/04/11	Novilhos 2-3A	53	26.009
29/04/11	Novilhos 2-3A	27	13.905
21/05/11	Novilhos 2-3A	30	14.920
23/05/11	Novilhos 2-3A	32	13.760
01/06/11	Novilhos 2-3A	50	23.100
01/06/11	Novilhos 2-3A	3	1.350
24/06/11	Vacas	50	23.000
22/09/11	Novilhos 2-3A	92	38.180
27/09/11	Novilhos 2-3A	125	48.750

SAÍDA DE ANIMAIS

27/10/10	Novilhos 2-3A	30	15.065
10/11/10	Novilhos 2-3A	21	10.867
10/11/10	Vacas	10	5.259
08/12/10	Novilhos 2-3A	27	12.923
08/12/10	Vacas	30	15.270
06/01/11	Novilhos 2-3A	25	11.662
06/01/11	Vacas	16	7.573
03/02/11	Vacas	30	15.180
15/02/11	Novilhos 2-3A	10	4.900
15/03/11	Novilhos 2-3A	10	4.868
15/03/11	Vacas	177	87.500
26/05/11	Novilhos 2-3A	35	17.657
29/06/11	Novilhos 2-3A	35	18.690
28/07/11	Novilhos 2-3A	33	17.820
11/08/11	Novilhos 2-3A	19	10.146
11/08/11	Vacas	30	15.480
24/08/11	Novilhos 2-3A	32	17.600
25/08/11	Novilhos 2-3A	21	11.319
25/08/11	Vacas	8	3.672
19/09/11	Novilhos 2-3A	20	11.006
19/09/11	Vacas	5	2.576

SISTEMA S2

ESTOQUE INICIAL

CATEGORIA	Inventário Físico		
	Peso Médio	Início do Experimento	
	(kg/cab)	nº animais	peso total (kg)
Novilhos 1-2 anos	372,617	337	125.572
SOMA	372,617	337	125.572

ESTOQUE FINAL

CATEGORIA	Inventário Físico		
	Peso Médio	Início do Experimento	
	(kg/cab)	nº animais	peso total (kg)
Novilhos 1-2 anos	420,000	324	136.080
SOMA	420,000	324	136.080

ENTRADA DE ANIMAIS

DATA	CATEGORIA	QUANTIDADE cab	PESO Kg
07/10/10	Novilhos 2-3A	11	5.205
19/10/10	Novilhos 2-3A	1	438
28/10/10	Novilhos 2-3A	34	16.420
29/10/10	Novilhos 2-3A	13	5.626
09/11/10	Novilhos 2-3A	16	7.345
17/11/10	Novilhos 2-3A	4	2.354
24/11/10	Novilhos 2-3A	6	2.617
25/11/10	Novilhos 2-3A	13	6.280
27/11/10	Novilhos 2-3A	35	13.619
08/12/10	Novilhos 2-3A	1	470
16/12/10	Novilhos 2-3A	62	26.624
17/12/10	Novilhos 2-3A	2	856
28/12/10	Novilhos 2-3A	50	19.264
04/01/11	Novilhos 2-3A	58	23.943

19/01/11	Novilhos 2-3A	36	14.601
08/02/11	Novilhos 2-3A	45	17.103
16/02/11	Novilhos 2-3A	14	5.481
20/04/11	Novilhos 2-3A	154	66.044
30/04/11	Novilhos 2-3A	48	17.464
03/05/11	Novilhos 2-3A	48	20.348
06/05/11	Novilhos 2-3A	50	19.363
24/05/11	Novilhos 2-3A	41	14.989
03/07/11	Novilhos 2-3A	1	408
27/07/11	Novilhos 2-3A	15	6.547
06/08/11	Novilhos 2-3A	27	11.393
25/08/11	Novilhos 1-2A	10	2.305
25/08/11	Novilhos 2-3A	28	9.018
25/08/11	Novilhos 2-3A	27	9.933
31/08/11	Novilhos 2-3A	20	9.334
02/09/11	Novilhos 2-3A	2	548
03/09/11	Novilhos 2-3A	1	395
10/09/11	Novilhos 2-3A	30	9.618
13/09/11	Novilhos 2-3A	38	13.314
14/09/11	Novilhos 2-3A	22	6.901
21/09/11	Novilhos 2-3A	20	6.326
22/09/11	Novilhos 2-3A	30	9.754
27/09/11	Novilhos 2-3A	30	9.278
03/10/11	Novilhos 2-3A	52	18.561

SAÍDA DE ANIMAIS

07/10/10	Novilhos 2-3A	35	17.982
18/10/10	Novilhos 2-3A	26	12.388
28/10/10	Novilhos 2-3A	35	16.976
04/11/10	Novilhos 2-3A	61	28.828
15/11/10	Novilhos 2-3A	15	7.948
25/11/10	Novilhos 2-3A	52	24.997
02/12/10	Novilhos 2-3A	5	2.338
06/12/10	Novilhos 2-3A	5	2.434
09/12/10	Novilhos 2-3A	26	12.458
16/12/10	Novilhos 2-3A	26	13.104
17/12/10	Novilhos 2-3A	15	6.975
20/12/10	Novilhos 2-3A	20	8.328
28/12/10	Novilhos 2-3A	1	370
04/01/11	Novilhos 2-3A	36	16.593
05/01/11	Novilhos 2-3A	32	13.878

18/01/11	Novilhos 2-3A	27	12.264
26/01/11	Novilhos 2-3A	25	12.144
08/02/11	Novilhos 2-3A	35	14.039
21/02/11	Novilhos 2-3A	36	16.315
03/03/11	Novilhos 2-3A	27	12.465
09/03/11	Novilhos 2-3A	35	15.535
16/03/11	Novilhos 2-3A	47	20.717
16/03/11	Novilhos 2-3A	118	51.028
11/06/11	Novilhos 2-3A	40	14.896
14/06/11	Novilhos 2-3A	60	27.566
03/07/11	Novilhos 2-3A	30	12.267
05/07/11	Novilhos 2-3A	61	26.783
21/07/11	Novilhos 2-3A	29	11.220
06/08/11	Novilhos 2-3A	24	10.856
29/08/11	Novilhos 2-3A	30	13.338
13/09/11	Novilhos 2-3A	30	13.205
23/09/11	Novilhos 2-3A	30	14.853
03/10/11	Novilhos 2-3A	30	12.439

MORTES

20/01/11	Novilhos 2-3ª	1	380
10/02/11	Novilhos 2-3ª	1	380
08/09/11	Novilhos 2-3ª	1	380
15/09/11	Novilhos 2-3ª	1	380

SISTEMA S3

ESTOQUE INICIAL

CATEGORIA	Inventário Físico		
	Peso Médio	Inicio do Experimento	
	(kg/cab)	nº animais	peso total (kg)
Novilhos 1-2 anos	301,270	370	111.470
SOMA	301,270	370	111.470

ESTOQUE FINAL

CATEGORIA	Inventário Físico		
	Peso Médio	Inicio do Experimento	
	(kg/cab)	nº animais	peso total (kg)
Novilhos 1-2 anos	294,902	164	48.364
Novilhas 1-2 anos	263,707	58	15.295
SOMA	286,752	222	63.659

ENTRADA DE ANIMAIS

DATA	CATEGORIA	QUANTIDADE cab	PESO Kg
19/10/10	Novilhos 1-2A	50	14.070
28/10/10	Novilhos 1-2A	40	11.310
07/12/10	Novilhas 1-2ª	60	19.990
13/12/10	Novilhos 1-2A	30	9.395
21/12/10	Novilhos 1-2A	45	12.276
29/12/10	Novilhas 1-2ª	60	18.603
04/01/11	Novilhas 1-2ª	30	9.310
12/01/11	Novilhas 1-2ª	50	15.211
24/01/11	Novilhas 1-2ª	30	9.280

24/01/11	Novilhos 1-2A	11	3.575
25/01/11	Novilhas 1-2ª	39	11.890
03/02/11	Novilhos 1-2A	1	318
21/02/11	Novilhas 1-2ª	72	19.825
21/02/11	Novilhos 1-2A	5	1.615
07/03/11	Novilhos 1-2A	4	1.293
14/03/11	Novilhas 1-2ª	18	6.073
14/03/11	Novilhos 1-2A	4	1.295
22/03/11	Novilhos 1-2A	22	6.665
05/04/11	Novilhas 1-2ª	7	1.845
05/04/11	Novilhos 1-2A	40	10.942
19/04/11	Novilhos 1-2A	87	23.081
03/05/11	Novilhos 1-2A	38	8.150
05/05/11	Novilhas 1-2ª	29	6.179
07/05/11	Novilhos 1-2A	38	10.144
11/06/11	Novilhas 1-2ª	2	565
11/06/11	Novilhos 1-2A	15	4.152
16/06/11	Novilhas 1-2ª	34	6265
16/06/11	Novilhos 1-2A	68	13.715
01/07/11	Novilhas 1-2ª	80	15.606
05/07/11	Novilhos 1-2A	81	23.677
05/07/11	Novilhas 1-2ª	1	350

SAÍDA DE ANIMAIS

18/10/10	Novilhos 1-2A	20	6.980
25/10/10	Novilhos 1-2A	20	7.134
31/10/10	Novilhos 1-2A	20	7.275
08/11/10	Novilhos 1-2A	20	7.475
11/11/10	Novilhos 1-2A	20	7.450
22/11/10	Novilhos 1-2A	30	10.710
29/11/10	Novilhos 1-2A	30	10.835
06/12/10	Novilhos 1-2A	30	10.720
06/12/10	Novilhos 1-2A	1	580
10/12/10	Novilhos 1-2A	1	580
13/12/10	Novilhos 1-2A	30	10.450
20/12/10	Novilhos 1-2A	30	10.820
21/12/10	Novilhos 1-2A	12	3.995
27/12/10	Novilhos 1-2A	31	10.510
27/12/10	Novilhos 1-2A	2	625
27/12/10	Novilhos 1-2A	23	7.275
03/01/11	Novilhos 1-2A	30	10.213

07/01/11	Novilhos 1-2A	1	360
10/01/11	Novilhas 1-2A	18	5.487
10/01/11	Novilhos 1-2A	30	10.236
17/01/11	Novilhas 1-2A	18	5.543
17/01/11	Novilhos 1-2A	20	7.130
24/01/11	Novilhas 1-2A	21	6.880
24/01/11	Novilhos 1-2A	20	7.133
31/01/11	Novilhas 1-2A	19	5.965
31/01/11	Novilhos 1-2A	20	7.245
03/02/11	Novilhas 1-2A	8	2.445
03/02/11	Novilhos 1-2A	8	2.680
07/02/11	Novilhas 1-2A	20	6.135
07/02/11	Novilhos 1-2A	20	6.765
14/02/11	Novilhas 1-2A	20	5.935
14/02/11	Novilhos 1-2A	8	2.715
21/02/11	Novilhas 1-2A	20	6.310
21/02/11	Novilhos 1-2A	20	6.830
06/03/11	Novilhas 1-2A	20	6.500
07/03/11	Novilhas 1-2A	10	3.385
07/03/11	Novilhos 1-2A	10	3.512
12/03/11	Novilhas 1-2A	1	290
14/03/11	Novilhas 1-2A	10	3.400
14/03/11	Novilhos 1-2A	10	3.345
21/03/11	Novilhas 1-2A	20	6.755
21/03/11	Novilhos 1-2A	20	7.555
04/04/11	Novilhas 1-2A	20	7.105
04/04/11	Novilhos 1-2A	20	6.905
11/04/11	Novilhas 1-2A	21	7.205
18/04/11	Novilhas 1-2A	22	6.700
04/05/11	Novilhos 1-2A	19	6.740
06/05/11	Novilhos 1-2A	1	320
21/05/11	Novilhas 1-2A	1	335
07/06/11	Novilhas 1-2A	22	7.950
13/06/11	Novilhas 1-2A	9	3.055
13/06/11	Novilhos 1-2A	6	2.175
18/06/11	Novilhos 1-2A	2	850
27/06/11	Novilhas 1-2A	25	7.970
18/07/11	Novilhas 1-2A	13	4.107
18/07/11	Novilhos 1-2A	4	1.337
18/07/11	Novilhos 1-2A	100	33.294
24/07/11	Novilhas 1-2A	13	3.865
24/07/11	Novilhos 1-2A	13	4.882
30/07/11	Novilhas 1-2A	113	23.314

30/07/11	Novilhos 1-2A	68	14.770
----------	---------------	----	--------

MORTES

13/07/11	Novilhos 1-2A	1	220
19/07/11	Novilhas 1-2 ^a	1	265
22/07/11	Novilhas 1-2 ^a	1	245
23/07/11	Novilhos 1-2A	1	240
12/08/11	Novilhas 1-2 ^a	1	255

The REG Procedure

Model: MODEL1
Dependent Variable: crescimento

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	3127.92103	781.98026	1.61	0.1992
Error	29	14112	486.61649		
Corrected Total	33	17240			

Root MSE	22.05939	R-Square	0.1814
Dependent Mean	33.33471	Adj R-Sq	0.0685
Coeff Var	66.17543		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	-109.66437	60.58617	-1.81	0.0807
chuva	1	3.09939	1.35204	2.29	0.0293
soma	1	-0.00552	0.03304	-0.17	0.8684
ch2	1	-0.01948	0.00928	-2.10	0.0447
ch3	1	0.00003699	0.00001932	1.92	0.0654

The SAS System

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
estacao	4	1 2 3 4
sistema	3	s1 s2 s3

Number of observations 72

NOTE: All dependent variables are consistent with respect to the presence or absence of missing values. However only 68 observations can be used in this analysis.

The SAS System
The GLM Procedure

Dependent Variable: crescimento

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	8194.34284	1638.86857	2.52	0.0383
Error	62	40263.54585	649.41203		
Corrected Total	67	48457.88870			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	crescimento Mean
0.169102	73.01391	25.48356	34.90234

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
estacao	3	4354.542759	1451.514253	2.24	0.0930
sistema	2	3587.644293	1793.822147	2.76	0.0709

The SAS System 20:55 Thursday, February 11, 2012

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for crescimento

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	62
Error Mean Square	649.412
Harmonic Mean of Cell Sizes	16.8

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4
Critical Range	17.58	18.49	19.09

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	estacao
A	42.582	18	1
A			
A	41.827	14	3
A			
B A	34.464	18	2
B			
B	22.275	18	4

The SAS System

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for crescimento

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	62
Error Mean Square	649.412
Harmonic Mean of Cell Sizes	22.62857

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	15.14	15.93

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	systema
A	44.680	24	s3
A			
B A	32.155	22	s1
B			
B	26.984	22	s2

9. APÊNDICE II

AUTHOR INFORMATION PACK 1 Feb 2012 www.elsevier.com/locate/agsy 1

AGRICULTURAL SYSTEMS

AUTHOR INFORMATION PACK

TABLE OF CONTENTS

- **Description**
- **Audience**
- **Impact Factor**
- **Abstracting and Indexing**
- **Editorial Board**
- **Guide for Authors**

p.1

p.1

p.2

p.2

p.2

p.3

ISSN: 0308-521X

DESCRIPTION

Agricultural Systems is an international journal that deals with interactions - among the components of agricultural systems, among hierarchical levels of agricultural systems, between agricultural and other land use systems, and between agricultural systems and their natural and social environments.

In particular, its aim is to encourage integration of knowledge among those disciplines that underpin agriculture. Many contributions will therefore be multi- or inter-disciplinary. Papers generally focus on either methodological approaches to understanding and managing interactions within or among agricultural systems, or the application of holistic or quantitative systems approaches to a range of problems within agricultural systems and their interactions with other systems. Because of the nature of the readership of *Agricultural Systems*, the contents of papers should be easily accessible (properly introduced, presented and discussed) to readers from a wide range of disciplines. The scope includes the development and application of systems methodology, including system modeling, simulation and optimization; ecoregional analysis of agriculture and land use; studies on natural resource issues related to agriculture; impact and scenario analyses related to topics such as GMOs, multifunctional land use and global change; and the development and application of decision and discussion support systems; approaches to analyzing and improving farming systems; technology transfer in tropical and temperate agriculture; and the relationship between agricultural development issues and policy.

The journal publishes original scientific papers, short communications, review articles and book reviews. Review articles and book reviews should only be submitted after consultation or invitation from either an Editor or the Book Review

Editor, respectively.

Please bookmark this page as: <http://www.elsevier.com/locate/agsy>

For more information/suggestions/comments please contact

AuthorSupport@elsevier.com

AUDIENCE

Agriculturalists, biologists, veterinarians, economists, social scientists and those interested in management and resource use.

IMPACT FACTOR

2010: 2.907 © Thomson Reuters Journal Citation Reports 2011

ABSTRACTING AND INDEXING

AGRICOLA

Agricultural Engineering Abstracts

Biology & Environmental Sciences

Current Contents/Agriculture, Biology & Environmental Sciences

EMBiology

Elsevier BIOBASE

Environmental Abstracts

GEOBASE

Nutrition Abstracts

SCISEARCH

Science Citation Index

Scopus

EDITORIAL BOARD

Editors:

P.B.M. Berentsen, Wageningen University, Wageningen, Netherlands, **Email:** Paul.Berentsen@wur.nl

C. Stöckle, Washington State University, Pullman, WA, USA, **Email:** cstockle@roadrunner.com

D. H. Walker, CSIRO Ecosystem Sciences, Canberra, ACT, Australia, **Email:** daniel.walker@csiro.au

Book Review Editor:

G. Hoogenboom, Dept. of Agrometeorology, Washington State University, Prosser, 99350, USA, **Email:**

gerrit.hoogenboom@wsu.edu

Editorial Advisory Board:

P.K. Aggarwal, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India

J.M. Antle, Montana State University, Bozeman, MT, USA

B. Basso, Università della Basilicata, Potenza, Italy

C. Cederberg, SIK, The Swedish Institute for Food & Biotechnology, Göteborg, Sweden

I.J.M. de Boer, Wageningen University, Wageningen, Netherlands

J.W. Hansen, International Research Institute for Climate Prediction, Palisades NY, USA

M. Herrero, International Livestock Research Institute (ILRI), Nairobi, Kenya

P.E. Hildebrand, University of Florida, Gainesville, FL, USA

S.M. Howden, CSIRO (The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization), Canberra, Australia

A.V.M. Ines, Columbia University, Palisades, NY, USA

J.W. Jones, University of Florida, Gainesville, FL, USA

B.A. Keating, CSIRO (The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization), St. Lucia, QLD, Australia

M. McGregor, Curtin University, Northam, WA, Australia

C. Nicholson, Cornell University, Ithaca, NY, USA

D.E. Osgood, Columbia University, Palisades, NY, USA

D. Pannell, University of Western Australia, Crawley, WA, Australia

F. Penning de Vries, Wageningen, Netherlands

F. Place, ICRAF, Nairobi, Kenya

W.A.H. Rossing, Wageningen University, Wageningen, Netherlands

J. Stoorvogel, Wageningen University, Wageningen, Netherlands
 P.K. Thornton, Edinburgh, UK
 P. Tozer, Curtin University, Northam, WA, Australia
 M.K. van Ittersum, Wageningen University, Wageningen, Netherlands
 J.W. White, US Arid-Land Agricultural Research Center, Maricopa, AZ, USA
 G.A.A. Wossink, University of Manchester, Manchester, England, UK

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

Agricultural Systems is an international journal that deals with interactions - among the components of agricultural systems, among hierarchical levels of agricultural systems, between agricultural and other land use systems, and between agricultural systems and their natural and social environments. In particular, its aim is to encourage integration of knowledge among those disciplines that underpin agriculture. Many contributions will therefore be multi- or inter-disciplinary. Papers generally focus on either methodological approaches to understanding and managing interactions within or among agricultural systems, or the application of holistic or quantitative systems approaches to a range of problems within agricultural systems and their interactions with other systems. Because of the nature of the readership of *Agricultural Systems*, the contents of papers should be easily accessible (properly introduced, presented and discussed) to readers from a wide range of disciplines.

The scope includes the development and application of systems methodology, including system modeling, simulation and optimization; ecoregional analysis of agriculture and land use; studies on natural resource issues related to agriculture; impact and scenario analyses related to topics such as GMOs, multifunctional land use and global change; and the development and application of decision and discussion support systems; approaches to analyzing and improving farming systems; technology transfer in tropical and temperate agriculture; and the relationship between agricultural development issues and policy.

Types of paper

The journal publishes original scientific papers, short communications, review articles and book reviews. Review articles and book reviews should be submitted only after consultation with the editors.

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/ethicalguidelines>.

Conflict of interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection software

iThenticate. See also <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

Changes to authorship

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts:

Before the accepted manuscript is published in an online issue: Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed.

After the accepted manuscript is published in an online issue: Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright see <http://www.elsevier.com/copyright>). Acceptance of the agreement will ensure the widest possible dissemination of information. An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <http://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <http://www.elsevier.com/permissions>.

Retained author rights

As an author you (or your employer or institution) retain certain rights; for details you are referred to: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated. Please see <http://www.elsevier.com/funding>.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

Open access

This journal offers you the option of making your article freely available to all via the ScienceDirect platform. To prevent any conflict of interest, you can only make this choice after receiving notification that your article has been accepted for

publication. The fee of \$3,000 excludes taxes and other potential author fees such as color charges. In some cases, institutions and funding bodies have entered into agreement with Elsevier to meet these fees on behalf of their authors. Details of these agreements are available at <http://www.elsevier.com/fundingbodies>. Authors of accepted articles, who wish to take advantage of this option, should complete and submit the order form (available at <http://www.elsevier.com/locate/openaccessform.pdf>). Whatever access option you choose, you retain many rights as an author, including the right to post a revised personal version of your article on your own website. More information can be found here: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

Language and language services

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission please visit <http://webshop.elsevier.com/languageservices> or our customer support site at <http://support.elsevier.com> for more information.

Submission

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail removing the need for a paper trail.

Submit your article

Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/agsy/>

Reviewers

Please submit, with the manuscript, the names, addresses and e-mail addresses of 4 potential reviewers and indicate briefly per reviewer what the relevant expertise of the reviewer is. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

PREPARATION

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. can be used. Do not embed "graphically designed" equations or tables, but prepare these using the word processor's facility. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual column and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. Do not import the figures into the text file but, instead, indicate their approximate locations directly in the electronic tekst just like the location of tables. See also the section on Electronic illustrations.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the "spell-check" and "grammar-check" functions of your word processor.

Manuscripts should be prepared with numbered lines, with wide margins and double spacing throughout, i.e. also for abstracts and references. Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc. should be numbered. Avoid excessive use of italics to emphasize part of the text.

The general length limit of the text of the paper is 8000 words but there is a bit of flexibility towards slightly longer papers if the material warrants it. The length limit

does not include references, any appendices, tables, and figure captions. Using double spacing, wide margins, and a ten points font, 8000 words would equal some 25 pages of text.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. The abstract is not included in section numbering, so the Introduction is section 1. Subsections should also be numbered (for instance 2.1 (then 2.1.1, 2.1.2, 2.2, etc.) Do not use more than three levels of numbering. Use the section numbering also for internal cross-referencing, if necessary. Any subsection should be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Material and Methods

Manuscripts in general should be organized in the following manner:

- Title
- Name(s) of author(s)
- Affiliations
- Abstract
- Key words (indexing terms), normally 3-6 items
- Introduction
- Material studied, area descriptions, methods, techniques
- Results
- Discussion
- Conclusion
- Acknowledgements and any additional information concerning research grants, etc.
- References
- Appendices
- Tables
- Figures

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

- **Author names and affiliations.** Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address. Contact details must be kept up to date by the corresponding author.**

- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract of no more than 400 words is required. The abstract should state briefly the objective the research, methods used, principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided. Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

A Graphical abstract is optional and should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership online. Authors must provide images that clearly represent the work described in the article. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. See <http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples.

Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the best presentation of their images also in accordance with all technical requirements: [Illustration Service](#).

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in the text at first use. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article just before the References section. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.) and institutions that provided funding for the research.

Nomenclature and Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Authors and Editor(s) are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International*

Code of Nomenclature of Bacteria, and the *International Code of Zoological Nomenclature*.

All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals.

All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.

For chemical nomenclature, the conventions of the *International Union of Pure and Applied Chemistry* and the official recommendations of the *IUPAC-IUB Combined Commission on Biochemical Nomenclature* should be followed. *Math formulae*

Present simple formulae in the line of normal text where possible. In principle, variables are to be presented in italics. Subscripts and superscripts should be clear.

Greek letters and other non-Roman or handwritten symbols should be explained in the margin where they are first used. Take special care to show clearly the difference between zero (0) and the letter O, and between one (1) and the letter l.

Give the meaning of all symbols immediately after the equation in which they are

first used. For simple fractions use the solidus (/) instead of a horizontal line. Equations should be numbered serially at the right-hand side in parentheses. In general only equations explicitly referred to in the text need be numbered. The use of fractional powers instead of root signs is recommended. Also powers of e are often more conveniently denoted by exp. Levels of statistical significance which can be mentioned without further explanation are: *P <0.05, **P <0.01 and ***P <0.001. In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g., Ca²⁺, not as Ca⁺⁺. Isotope numbers should precede the symbols, e.g., ¹⁸O.

Footnotes

Footnotes are not generally acceptable in the main body of an Agricultural Systems manuscript. Any information that is essential to understanding should be incorporated into the text. Footnotes can be used within tables.

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as 'graphics' or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.
- Submit each figure as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF: Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is'.

Please do not:

- Supply files that are optimised for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting color figures to 'gray scale' (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition usable black and white versions of all the color illustrations.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, but place them also below the figure. A caption should comprise a brief description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be used. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either "Unpublished results" or "Personal communication" Citation of a reference as "in press" implies that the item has been accepted for publication. Minimize references to non-English publications as these are not easily accessible for the majority of the readership.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) have recently shown'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to

Index Medicus journal abbreviations: <http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>;

List of title word abbreviations: <http://www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php>;

CAS (Chemical Abstracts Service): <http://www.cas.org/sent.html>.

Video data

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 50 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary material

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research.

Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, high-resolution images, background datasets, detailed model descriptions, sound clips and more.

Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please provide the data in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Linking to and depositing data at PANGAEA

Electronic archiving of supplementary data enables readers to replicate, verify and build upon the conclusions published in your paper. We recommend that data should be deposited in the data library PANGAEA (<http://www.pangaea.de>). Data are quality controlled and archived by an editor in standard machine-readable formats and are available via Open Access. After processing, the author receives an identifier (DOI) linking to the supplements for checking. As your data sets will be citable you might want to refer to them in your article. In any case, data supplements and the article will be automatically linked as in the following example: [doi:10.1016/0016-7037\(95\)00105-9](https://doi.org/10.1016/0016-7037(95)00105-9). Please use PANGAEA's web

interface to submit your data (<http://www.pangaea.de/submit/>).

Submission checklist

It is hoped that this list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal's Editor for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

- E-mail address
- Full postal address
- Telephone and fax numbers

Indication of corresponding Author

- Keywords
- Full text
- All tables (including title and footnotes)
- All tables (including title)

Further considerations

- Manuscript has been "spellchecked" and "grammar-checked"
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)
- Color figures are clearly marked as being intended for color reproduction on the Web (free of charge)

and in print or to be reproduced in color on the Web (free of charge) and in black-and-white in print

- If only color on the Web is required, black and white versions of the figures are also supplied for printing purposes

For any further information please visit our customer support site at <http://epsupport.elsevier.com..>

AFTER ACCEPTANCE

Use of the Digital Object Identifier

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. The correct format for citing a DOI is shown as follows (example taken from a document in the journal *Physics Letters B*):

doi:10.1016/j.physletb.2010.09.059 When you use the DOI to create URL hyperlinks to documents on the web, the DOIs are guaranteed never to change.

Proofs

One set of page proofs (as PDF files) will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post) or, a link will be provided in the e-mail so that authors can download the files themselves. Elsevier now provides authors with PDF proofs which can be annotated; for this you will need to download Adobe Reader version 7 (or higher) available free from <http://get.adobe.com/reader>. Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs (also given online). The exact system requirements are given at the Adobe site: <http://www.adobe.com/products/reader/tech-specs.html>.

If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return them to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then mark the corrections and any other comments (including replies to

the Query Form) on a printout of your proof and return by fax, or scan the pages and e-mail, or by post. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately – please let us have all your corrections within 48 hours. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication: please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility. Note that Elsevier may proceed with the publication of your article if no response is received.

Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

AUTHOR INQUIRIES

For inquiries relating to the submission of articles (including electronic submission) please visit this journal's homepage. Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, will be provided by the publisher. You can track accepted articles at <http://www.elsevier.com/trackarticle>. You can also check our Author FAQs (<http://www.elsevier.com/authorFAQ>) and/or contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

© Copyright 2012 Elsevier | <http://www.elsevier.com>